Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XLI. Jahrgang. 1928. Viertes Heft.

Flugtechnische Aufgaben für den Mechanik-Unterricht.

Von A. Pröll in Hannover.

Die großen Erfolge und Rekordleistungen, welche das Flugzeug in den vergangenen Jahren erobert hat, üben einen nachhaltigen Eindruck auf die Phantasie unserer Jungen aus, und es liegt nahe, das Interesse an der Fliegerei durch Aufgaben zu vertiefen, die gleichzeitig im Physik- (Mechanik-) Unterricht mit Vorteil verwendet werden können[1]. Der Zweck des Fluges ist die Weiterbeförderung von Personen und Fracht auf weite Strecken und mit sehr großer Geschwindigkeit, also in kürzester Zeit. Die durch den Flug der Menschheit neu erschlossene dritte Dimension ist dabei nur Mittel zum Zweck, nämlich dazu, um hindernisfrei auf kürzestem Wege den Bestimmungsort zu erreichen. Theoretisch wäre somit ein Flugverkehr in ganz geringer Höhe gut denkbar, ja sogar für den Fluggast im allgemeinen interessanter. Aber aus Sicherheitsgründen und mit Rücksicht auf Windströmungen usw. sucht das Flugzeug größere Höhen auf; für wissenschaftliche und militärische Zwecke sind sogar sehr große Höhen erstiegen worden, und es besteht auch aus verkehrstechnischen Gründen der Wunsch zu einem Dauerflug in der sog. Stratosphäre, d. i. über 10 km Höhe.

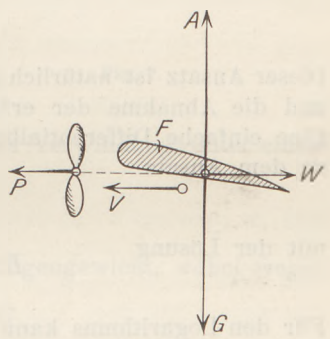


Fig. 1.

Es ergeben sich somit drei technische Hauptprobleme, die man in die Worte fassen kann: Wie weit, wie schnell und wie hoch kann ich fliegen?

Diese Probleme lassen sich nun in verhältnismäßig sehr einfacher und übersichtlicher Weise rechnerisch erfassen; sie geben Gelegenheit zur Besprechung wichtiger mechanischer Begriffe und Lehrsätze und haben obendrein den Vorzug, der Wirklichkeit recht nahe kommende Ergebnisse zu zeitigen und daneben eine kritische Bewertung der heutigen Rekorde zu gestatten.

Zunächst ist ein kurzer Überblick über die Grundlagen der Flugzeugberechnung zu geben. Dazu ist nicht mehr erforderlich als die Kenntnis der Begriffe (Fig. 1):

$$\text{Auftrieb } A = c_a \, \varrho/_2 \, Fv^2 = \text{Gewicht } G \text{ des Flugzeugs} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$\text{Widerstand } W = c_w \, \varrho/_2 \, Fv^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$\text{Gleitwinkel } \varepsilon = \frac{c_w}{c_a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Hierin bedeuten c_a und c_w die aus Modellversuchen gefundenen Beiwerte der Luftkraft für Auftrieb und Widerstand, v die Fluggeschwindigkeit, F die Tragflächengröße, ϱ die Dichte der Luft (alle Größen im technischen Maßsystem). Der Gleitwinkel gilt für Windstille und gibt die Neigung an, unter der das mit abgestelltem Motor fliegende Flugzeug zur Erde sinkt. Endlich ist noch die Propellerleistung $N\eta$

[1] Als Unterlage für die Behandlung der physikalischen Grundlagen des Fluges kann besonders empfohlen werden: R. v. Mises, Fluglehre. 3. Aufl. 1926. Berlin, J. Springer.

hervorzuheben, bei welcher η den Wirkungsgrad der Schraube und N die reine Motor- (Brems-) Leistung bedeutet.

Wir behandeln nunmehr die Aufgaben in gedrängter Kürze.

Aufgabe 1. Wie weit kann ich fliegen?

Der Flug ist durch den Benzinverbrauch des Motors begrenzt, dieser wieder hängt von der Überlastbarkeit des Flugzeugs ab. Bezeichnen wir das Gewicht des Flugzeugs beim Start mit G_{St}, bei der Landung G_L, so ist die Differenz $G_{St}—G_L$ wesentlich als Brennstoffverbrauch (b kg pro PS und Stunde) aufzufassen. Zur Überwindung des Widerstandes $W = G \cdot \varepsilon$ (ε = Gleitwinkel des Flugzeugs bei Windstille) bei der Geschwindigkeit v ist die Leistung

$$\frac{W \cdot v}{75 \cdot \eta} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (4)$$

in PS erforderlich. Das macht aber in t Stunden einen Benzinverbrauch von $\frac{W \cdot v}{75 \cdot \eta} \cdot b \cdot t =$

$G \frac{\varepsilon}{\eta} \frac{V}{270} b \cdot t = G_{St} - G_L$ aus[1]. Da weiter $V \cdot t = R$ ist, so folgt für die Reichweite R (in km)

$$R = 270 \frac{\eta}{\varepsilon b} \frac{G_{St}—G_L}{G_m} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (5)$$

Man kann hierfür unter Einführung des mittleren Flugzeuggewichtes zwischen Start und Landung $G_m \sim \frac{1}{2}(G_{St} + G_L)$ auch schreiben:

$$R = 270 \frac{\eta}{\varepsilon b} \cdot 2 \frac{G_S/G_L - 1}{G_{St}/G_L + 1}. \quad \ldots \ldots \ldots \quad (6)$$

Dieser Ansatz ist natürlich nicht ganz korrekt, da die Veränderlichkeit des Gewichtes und die Abnahme der erforderlichen Motorleistung nicht in linearer Weise erfolgt. Eine einfache Differentialbetrachtung führt vielmehr mit dem Augenblicksgewicht G zu dem Ansatz

$$\frac{\mathrm{d}\, s}{\mathrm{d}\, G} = 270 \frac{\eta}{b \varepsilon} \cdot 1/G \quad \ldots \ldots \ldots \quad (7)$$

mit der Lösung

$$R = \int_0^R \mathrm{d}\, s = 270 \frac{\eta}{b \cdot \varepsilon} \cdot ln\ (G_{St}/G_L). \quad \ldots \ldots \ldots \quad (8)$$

Für den Logarithmus kann aber bekanntlich das erste Glied der Reihe $ln\, x = 2 \frac{x - 1}{x + 1}$ in manchmal genügender Annäherung gesetzt werden, woraus dann die obige Formel resultiert.

Beispielsweise war bei dem Fluge von Chamberlin das Startgewicht 6700 kg, das Landungsgewicht 3100 kg. Unter Annahme eines Schraubenwirkungsgrades $\eta = 0{,}65$, eines Gleitwinkels $\varepsilon = 1/12$ und eines spezifischen Brennstoffverbrauches $b = 0{,}23$ kg/PS. u. h ergibt sich eine Reichweite von 6750 km in recht guter Übereinstimmung mit der tatsächlich erreichten von 6900 km (es herrschte bei dem Fluge z. T. starker Rückenwind).

Als erreichbar kann in nächster Zukunft gelten:

Schraubenwirkungsgrad $\eta \sim 0{,}75$, Gleitwinkel $\varepsilon = 1/12$, $b = 0{,}22$ kg/PS/std, Verhältnis G_{St}/G_L (Überlastbarkeit) $= 3$, womit dann eine erreichbare Reichweite von $R = 10800$ km gefunden wird.

Aufgabe 2. Wie schnell kann ich fliegen?

Hier gilt der einfache Ansatz für die zu überwindende Widerstandsleistung im horizontalen Fluge. Es ist nämlich $N \cdot \eta$ (PS) $= W \cdot v/75$ und $W = G \cdot \varepsilon$ (wie oben); daraus folgt

$$v^{\text{ m/sec}} = \left(\frac{N}{G}\right) \eta/\varepsilon \cdot 75 \text{ und } V^{\text{ km/std}} = 270\, \eta/\varepsilon \cdot 1/(G/N). \quad \ldots \ldots \quad (9)$$

[1] Hier wie weiterhin ist v die Geschwindigkeit in m/sec, V in km/std, und es ist $V = 3{,}6\, v$.

Für besonders gezüchtete Rennflugzeuge kann man heute schon mit einem Motoreinheitsgewicht bis zu 0,34 kg/PS rechnen, und die Leistungsbelastung G/N des ganzen Flugzeuges hat schon den äußerst niedrigen Wert von 1,5 kg/PS erreicht. Für so hohe Geschwindigkeiten kann auch der Propellerwirkungsgrad recht günstig ausfallen und mit maximal 75 % angesetzt werden, während dagegen der Gleitwinkel wegen des verhältnismäßig sehr geringen Auftriebsbeiwertes recht ungünstig wird und kaum unter $^1/_4$ zu halten ist. Mit diesen Werten und verschiedenen Gleitwinkeln errechnet sich die möglicherweise erreichbare Höchstgeschwindigkeit

mit $\varepsilon =$	$^1/_{3,6}$	$^1/_4$	$^1/_5$	$^1/_6$ [1]
zu $V =$	486	540	675	810 km/h.

Bei dem Wettbewerb um den Schneiderpokal (September 1927) in Venedig erreichten die englischen Maschinen Geschwindigkeiten von 465 km/h, ja sogar auf kurze Strecken noch mehr (über 500 km), und man erkennt aus der Zahlenreihe, wohin eine Verbesserung die Rekordziffern noch steigern wird.

Bei so hohen Geschwindigkeiten ist der Einfluß der Beschleunigung in engen Kurven durchaus nicht zu unterschätzen. Es ist eine einfache Aufgabe aus der Lehre von der Fliehkraft, zu zeigen, daß bei einer mit dieser Geschwindigkeit von 130 m/sec geflogenen Kurve von $R = 150$ m Radius eine Fliehkraft von $\frac{F}{G} = \frac{v^2}{R\,g} = 11$ fachem Gewichtsbetrag auftritt, die nachstehendes zur Folge hat:

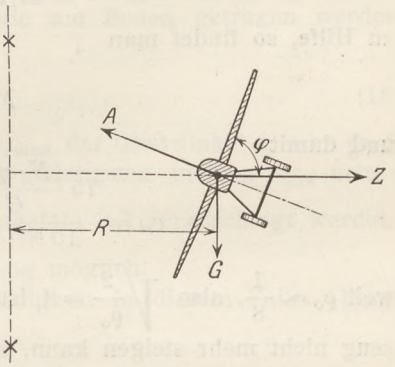


Fig. 2.

1. Schiefstellung des Flugzeugs (durch Vermittlung der Verwindung) unter einem Winkel φ (Fig. 2),

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{v^2}{R\,g} = 11,\ \varphi = 83^0\ 40'. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

2. Gesamtbeanspruchung der Flügel durch n-faches Eigengewicht, wobei wegen

$$A = \sqrt{F^2 + G^2} = G \cdot \sqrt{\frac{F^2}{G^2} + 1} = nG$$

$$n = \sqrt{1 + \frac{v^4}{R^2 g^2}} \sim 11{,}1 \text{ (Flügelfestigkeit!!)}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

3. Eine gleiche Wirkung auf die Blutzirkulation des Fliegers, indem das Blut aus dem Gehirn nach dem Herzen zu strömt unter der Fliehkraftwirkung und dabei zu vorübergehenden Bewußtseinstörungen Veranlassung gibt, wie das oft beobachtet wurde.

Aufgabe 3. Wie hoch kann ich fliegen?

Hier ist die Berechnung weniger einfach. Zwar läßt sich zunächst sehr leicht der allgemeine Ausdruck für die mögliche Steiggeschwindigkeit und für die sog. „Gipfelluftdichte“ eines Flugzeugs feststellen, wenn man die Leistungsbilanz ansetzt:

Gesamtleistung = Steigleistung + Widerstandsleistung, oder mit (1), (2) und (3)

$$75 \cdot N \cdot \eta = G \cdot v_{st} + W \cdot v = G \cdot v_{st} + G \cdot \frac{c_w}{c_a} \sqrt{\frac{G}{F \cdot c_a \cdot \varrho/2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

Daraus wird die Steiggeschwindigkeit v_{st} berechnet zu

$$v_{st} = 75 \cdot \eta \cdot N/G - \sqrt{\frac{c_w^2}{c_a^3}}\ \sqrt{G/F}\ \sqrt{2/\varrho}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

[1] Die letzten 2 Zahlen voraussichtlich nur in sehr großer Höhe (vgl. Aufgabe 5).

In dieser Formel ist wiederum G/F die Flächenbelastung und $\frac{c_w^2}{c_a^3}$ eine Funktion der Auftriebs- und Widerstandsbeizahlen des ganzen Flugzeugs. Dafür läßt sich ein günstigster Wert finden; aber die Abhängigkeit der Leistung N und auch des Schraubenwirkungsgrades η von der Luftdichte ϱ oder auch von der Höhe ist nicht genügend bekannt, oder wenigstens nach verschiedenen Beobachtungen eine noch recht umstrittene Größe. Setzen wir aber nach den neuesten Erfahrungen

$$N\eta = (N\cdot\eta)_o\cdot(\varrho/\varrho_o)^{1,28} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

(Nullindex gibt die Werte am Meeresspiegel an!) und nehmen weiter die recht brauchbare abgekürzte Höhenformel

$$h^{(km)} = 21{,}75 \log\left(\frac{\varrho_o}{\varrho}\right) \text{ oder } \varrho = \varrho_o\cdot 10^{-\frac{h}{21{,}75}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

zu Hilfe, so findet man

$$N\cdot\eta = (N\cdot\eta)_o\cdot 10^{\frac{h}{17{,}0}}$$

und damit

$$v_{st} = \frac{75\,\frac{(N\cdot\eta_o)_o}{G}}{10^{\,h/17{,}0}} - 4\sqrt{\frac{c_w^2}{c_a^3}}\;\sqrt{G/F}\;\sqrt{10^{\frac{h}{21{,}75}}}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

weil $\varrho_o \sim \frac{1}{8}$, also $\sqrt{\frac{2}{\varrho_o}} = 4$ ist. Die Gipfelhöhe h_g ist erreicht, wenn das Flugzeug nicht mehr steigen kann, also für $v_{st} = 0$. Dann findet man

$$\frac{75\,(N\cdot\eta)_o}{G} = 4\sqrt{\frac{c_w^2}{c_a^3}}\;\sqrt{G/F}\cdot 10^{\left(\frac{h_\alpha}{43{,}5}+\frac{h_g}{17{,}0}\right)} \text{ und daraus}$$

$$h_g = 12{,}2 \log\left|\frac{75\,\eta_o}{4\sqrt{G/F}\cdot\frac{G}{N_o}\sqrt{\frac{c_w^2}{c_a^3}}}\right| \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

Man erkennt die wichtige Abhängigkeit der erreichbaren Gipfelhöhe von der Flächenbelastung G/F, noch mehr von der Leistungsbelastung G/N_o und von der „Gütezahl" des Profils $\frac{c_a^{3/2}}{c_w}$, endlich vom Wirkungsgrad des Propellers in der Höhe.

Mit den heutigen Mitteln können für normale Motore (ohne „Höheneinrichtungen") als erreichbar gelten

$$\left.\begin{array}{l}\eta \sim 0{,}7 \text{ (Schrauben mit verstellbaren Blättern!)}\\ G/F = 30 \text{ kg/m}^2\\ G/N_0 = 4 \text{ kg/PS}\end{array}\right\} \text{ für diese Art von Flugzeugen!}$$

$$\frac{c_a^3}{c_w^2} = 150,$$

womit $h_g = 12{,}2 \log\left(\frac{52{,}5\sqrt{150}}{4\cdot 4\sqrt{30}}\right)$ rd. 10 km.

Durch Verwendung von sog. Höhenmotoren, bei denen die Luft dem Vergaser durch ein Turbo-Gebläse verdichtet zugeführt wird, ist es möglich, die erreichbare Gipfelhöhe ganz beträchtlich zu steigern, und technisch müßte man 18 bis 20 km Höhe mit solchen Einrichtungen wohl erreichen können.

Vergleichen wir mit dieser Zahl die bisher tatsächlich erreichten etwa 11,72 km Höhe, so erkennen wir, daß hier weniger die technischen Fähigkeiten der Maschine als die Lebensbedingungen des Menschen ein vorläufiges Halt geboten haben. Zur Erreichung größerer Höhen, besonders für den Dauerverkehr, der aus bestimmten

Gründen wünschenswert erscheint, werden wir noch ganz besonderer konstruktiver Mittel bedürfen, welche die Fluggäste vor der Einwirkung der dünnen Luft und der großen Kälte (— 52°) schützen. Wenn aber diese Höhen (Stratosphäre) einmal erreicht werden könnten, so würde es einen großen Vorteil bedeuten. Warum? Darüber soll die nächste Aufgabe Aufschluß geben.

Aufgabe 4. Man berechne die in sehr großer Höhe (15 km, $\varrho = 1/6\,\varrho_0$) erreichbare Erhöhung der Fluggeschwindigkeit gegenüber der maximalen Horizontalgeschwindigkeit v_{0max} am Boden, wenn es möglich ist,

a) die Motorleistung durch besondere Mittel bis zu dieser Höhe konstant zu halten;

b) den Anstellwinkel und damit c_a, c_w konstant zu halten.

a) Es ist $75\ (N \cdot \eta) = 75\ (N \cdot \eta)_0 = W \cdot v = W_0 \cdot v_0 = G \cdot \varepsilon \cdot v = G_0 \cdot \varepsilon_0 \cdot v_0$.

Da aber nahezu das gleiche Gewicht oben wie am Boden getragen werden muß, ist $G = G_0$, also $\varepsilon \cdot v = \varepsilon_0 \cdot v_0$, somit

$$v_{max} = \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}\, v_{0max} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (18)$$

Weil aber, wie wir schon bei Aufgabe 2 sahen, für $v_{0\,max}$ der Gleitwinkel ε_0 sehr groß ist, in großer Höhe er sich aber in der Gegend des günstigsten kleinen ε_{min} halten läßt, so ist $\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon} > 1$ und kann für 15 km Höhe mit ungefähr 1,7 veranschlagt werden. Es wäre also eine 70%ige Geschwindigkeitssteigerung möglich.

b) Noch größer wird der Gewinn an Geschwindigkeit in diesem Falle. Denn hier ist wieder $G = G_0$ oder nach Gl. (1)

$$c_a \frac{v^2 \varrho}{2} F = c_{a0} \frac{v_0^2 \varrho_0}{2} F;$$

$$\text{weil aber } c_a = c_{a0} \text{ sein soll, so ist auch } v = v_0 \sqrt{\frac{\varrho_0}{\varrho}}, \quad \ldots \quad (19)$$

in unserem Beispiel also $v = v_0 \sqrt{6} = 2{,}45\, v_0$.

Allerdings kann dann die Leistung nicht gleich bleiben, denn weil auch $c_w = c_{w0}$ ist, bleibt der Widerstand (und Gleitwinkel) konstant, und es wächst die Leistung demnach proportional mit der Geschwindigkeit. Dies scheint freilich mit den heutigen Mitteln noch nicht erreichbar zu sein.

Auch die Verkehrsökonomie im Luftverkehr kann durch einfache Formeln in interessanter Weise beleuchtet werden. Es wird jeden Schüler interessieren, den Vergleich der Transportleistung für verschiedene Verkehrsmittel festzustellen.

Aufgabe 5. Man erläutere die einfache Formel:

$$\text{Transportfaktor } T = \frac{\text{Nutzlast } G_n \cdot \text{Geschwindigkeit } v}{\text{Leistung } N} \quad \ldots \ldots \quad (20)$$

Die Aufgabe eines Verkehrsmittels wird darin gefunden, daß es eine bestimmte Nutzlast in bestimmter Zeit über eine bestimmte Strecke weiter befördert. Von diesem Standpunkt aus sind in der vierten Spalte der nachstehenden Tabelle einige Transportfaktoren aufgestellt worden, die ein verblüffendes und scheinbar vernichtendes Urteil für die Wertigkeit des Flugbetriebes ergeben. Hier kann man aber dem Schüler recht deutlich klarmachen, daß ein Unterschied besteht zwischen der rein physikalisch-mechanischen Bewertung und der den heutigen Verhältnissen entsprechenden geschäftlichen Ökonomie. Wenn ich nämlich an der Erledigung einer Geschäftsreise auch zeitlich in hohem Maße interessiert bin, dann gibt es fast immer eine Mindestgeschwindigkeit, unterhalb deren eine Reise sich nicht mehr lohnt. Bezeichne ich diese von Fall zu Fall verschiedene „Interessengeschwindigkeit“ mit V_0, so wird der „verbesserte“ Transportfaktor

$$S = \frac{G_n (V - V_0)}{N} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (21),$$

und die Zahlentafel zeigt in ihren weiteren Spalten, wie mit wachsendem V_0 der Transportfaktor des Flugzeugs im Verhältnis zu dem anderer Verkehrsmittel immer besser wird.

Zahlentafel. Transportfaktoren verschiedener Verkehrsmittel.

Verkehrsmittel	Nutzlast G_n kg	Geschwindigkeit V km/std	Leistung N PS	T nach Gleichung (20)	Verbesserter Transportfaktor nach Gleichung (21) für Geschwindigkeiten v_0			
					$V_0=30$	$V_0=60$	$V_0=90$	$V_0=120$
			2 Mann					
Spreekahn	300 000	4	0,4	3 000 000	—	—	—	—
D-Zug	100 000	90	1200	7500	5000	2500	—	—
Schnelldampfer . . .	10^7	36	40 000	9000	1500	—	—	—
Luftschiff	30 000	130	2000	1800	1500	1050	600	150
Verkehrsflugzeug . .	2400	180	600	720	600	480	360	240

Gleit- und Segelflug. Das rege Interesse, das junge Leute gerade für dieses Gebiet besitzen, erklärt sich aus der Möglichkeit, mit verhältnismäßig einfachen Mitteln und geringen Kosten selbst fliegen zu können. Auch hier bieten sich manche anregende Übungsaufgaben:

Aufgabe 6. Wie lange und wie weit kann ein Segelflugzeug fliegen, wenn die Starthöhe und die eigene Sinkgeschwindigkeit v_S gegeben sind und außerdem aus einer Karte Gestalt und Stärke der Hangwindzonen bekannt sind[1]?

Man berechnet zunächst die Fluggeschwindigkeit des Apparates nach der Formel (1)

zu
$$v = \sqrt{\frac{2}{\varrho}}\ \sqrt{G/F}\ \sqrt{\frac{1}{c_a}}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (23)$$

sodann den absoluten Gleitwinkel bei Windstille ε_0 aus $\sin\varepsilon \sim \varepsilon_0 = \frac{v_S}{v}$ und den Gleitwinkel
$$\varepsilon_n = \frac{v_S - w}{v \pm W} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

bei verschiedenen Mit- oder Gegenwinden ($\pm W$) und Aufwinden $+ w$, (was man am besten in einer kleinen Tabelle vornimmt[2]). Aus der Karte ist das Windfeld nach Stärke und Richtung an jedem Punkte bekannt. Es kann demnach die Bahn des Flugzeuges schrittweise von Stromlinie zu Stromlinie im Winde verfolgt werden. Die Arbeit ist etwas mühsam, aber recht anregend, und der Vergleich mit den schönen Ergebnissen unserer bekannten Segelflieger NEHRING, SCHULZ, KEGEL, welche auf diese Weise von Hang zu Hang gesegelt sind, ist sicherlich sehr instruktiv.

Bei Windstille ($W = o$, $w = o$) ist mit der Starthöhe H die erreichbare Gleitflugstrecke
$$S = \frac{H}{\operatorname{tg}\varepsilon_{\min}} \sim \frac{H}{\varepsilon_{\min}} = H\left(\frac{c_a}{c_w}\right)_{\max} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (25)$$

und die Flugdauer
$$T = \frac{H}{v_S} = \frac{H}{4\sqrt{G/F}}\sqrt{\frac{{c_a}^3}{{c_w}^2}} \quad \text{(Sec)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (26)$$

Bei den besten Segelflugzeugen der Technischen Hochschulen Darmstadt und Hannover („Konsul", „Phönix") war
$$\varepsilon_{\min} \sim 1/20,\ G/F = 11\ \text{kg/m}^2,\ c_a = 1{,}5,\ \frac{{c_a}^3}{{c_w}^2} \sim 600,\ \text{somit}$$
$$S = 20\ H,\ v_S \sim 0{,}55\ \text{m/sec},\ T(\text{sec}) = 1{,}8\ H.$$

[1] Z.F.M. 1925, KOSCHMIEDER, Zur Kenntnis des Stromfeldes in Lee.
[2] w ist die vertikale Komponente von W.

Aufgabe 7. Wie groß ist die Sinkgeschwindigkeit v_S eines Segelflugzeuges? Aus der Formel (13) erhalten wir für $N = 0$ (motorloser Flug) und mit $\varrho = \varrho_0$

$$v_S = (-)\,4 \sqrt{\frac{c_w^2}{c_a^3}} \sqrt{G/F}. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (22)$$

Wenn nun „Aufwinde", sei es aus örtlichen Ursachen des Geländes (Hangaufwind) oder aus thermischen (meteorologischen) Gründen vorhanden sind, von der Stärke w (vertikale Komponente), so ist die resultierende Vertikalgeschwindigkeit des Segelflugzeuges $w - v_S$ nach aufwärts, also positiv, sobald $|w| > |v_S|$ ist.

Aus diesem Resultat kann man verschiedenes lernen: Zum ersten die Relativbewegung des Flugzeuges in der umgebenden Luftmasse und daraus die Überlegung, daß die Geschwindigkeiten (Führungs- und Relativgeschwindigkeit) sich zur absoluten Geschwindigkeit durch Addition ergänzen. Weiter kann man leicht einige wichtige konstruktive Gesichtspunkte, welche günstige Segelflugzeuge erfüllen müssen, ableiten und besprechen. v_S soll natürlich möglichst klein sein, also sind die folgenden Bedingungen zu erreichen:

a) Flügelprofil mit hohem Auftriebsbeiwert (weil c_a^3 groß sein soll);

b) kleinster Widerstand (c_w), erreicht durch große Spannweite bei geringer Flächentiefe und durch günstige konstruktive Maßnahmen (wenig Verspannen);

c) kleine Flächenbelastung G/F, kleines Gewicht und Trägheitsmoment (letzteres wegen der erforderlichen raschen Wendigkeit zum Kreisen in den Aufwindzonen);

d) aus gleichem Grunde sehr große und wirkungsvolle Steuer.

Aufgabe 8. Der Start des Flugzeuges. Für den Flugbetrieb sehr wichtig ist es, die Größe der Startstrecke (bis zum Abheben des Flugzeuges) zu kennen. Es ist dies eine Aufgabe der ungleichmäßig beschleunigten Bewegung, denn bei der wachsenden Geschwindigkeit steigt der Auftrieb, und damit nimmt die Reibung am Boden ab, während der Luftwiderstand quadratisch anwächst. Die eingehende Durchrechnung des Problems führt wieder auf eine Differentialgleichung. Man kann aber mit genügender Genauigkeit die Aufgabe elementar so formulieren: der wachsende Luftwiderstand und die abnehmende Reibung halten sich so weit die Wage, daß man von einer nahezu gleichförmig abnehmenden Beschleunigung reden kann.

Es ist dann die Anfangsbeschleunigung mit einem Bodenwiderstandskoeffizienten μ

$$b_o = P_o - G\mu. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (27)$$

Sie nimmt linear ab und verschwindet am Ende der gesamten Startzeit T, so daß die Beschleunigung zu einer Zwischenzeit t gegeben ist durch

$$b = b_o\left(1 - \frac{t}{T}\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (28)$$

Die Geschwindigkeit zur Zeit t ist

$$v = b_o t - b_o \frac{t^2}{2T} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (29)$$

und wird am Ende des Starts mit $t = T$ zur Abhebegeschwindigkeit v_a, also

$$v_a = b_o T(1 - {}^1/_2) = \frac{b_o T}{2}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (30)$$

womit die Startdauer

$$T = \frac{2 v_a}{b_o} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (31)$$

berechnet wird. Der Startweg zur Zeit t ist dann

$$S = b_o t^2/2 - b_o \frac{t^3}{6T} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (32)$$

und erreicht die Gesamtlänge

$$S_o = b_o T^2 ({}^1/_2 - {}^1/_6) = \frac{b_o T^2}{3} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (33)$$

am Ende der Startzeit.

Ein Zahlenbeispiel an Hand wirklicher Beobachtungen ist sehr instruktiv. Es ist $P_o = 2200$ kg, $G = 7000$ kg, $v_a = 40$ m/sec, der Reibungswert $\mu = 0{,}09$, also $b_o = g\left(\frac{2200}{7000} - 0{,}09\right) = 2{,}2$ m/sec²; damit wird $T = \frac{2 \cdot 40}{2{,}2} = 36$ sec, $S_o = \frac{2{,}2}{3} \cdot 36^2 = 950$ m. Die Verhältnisse entsprechen ungefähr dem Start der „Amerika" des Ozeanfliegers Bird (1927). Die sehr lange Startstrecke konnte jedoch tatsächlich abgekürzt werden durch eine schiefe Ablauframpe von 4 m Höhe, auf der das Flugzeug schon gleich zu Beginn des Starts eine erhebliche Geschwindigkeit erreicht hat. Wieviel durch einen solchen „Starthügel" erreichbar ist, zeigt die letzte Aufgabe in einer einfachen Überschlagsrechnung:

Aufgabe 9. Die ganze Startarbeit setzt sich zusammen aus der Arbeit zur Überwindung der sämtlichen Widerstände und der Beschleunigungsarbeit. Die erstere ist beim Startweg S und dem nahezu als gleichbleibend anzusehenden mittleren Widerstand W_m gleich $S \cdot W_m$, die letztere $\frac{G}{g} v_a^2/2$, wenn v_a die Abfluggeschwindigkeit ist. Diese Arbeit muß normalerweise von den Motoren aufgebracht werden. Wird nun ein Ablaufhügel mit h m Gefälle verwendet, so leistet die Schwere die Arbeit $G \cdot h$ kgm und verkürzt dadurch die Startstrecke. Denn man hat mit der mittleren Zugkraft P_m der Propeller die Energiebilanz (didaktisch wichtiger Begriff!)

$$G \cdot h + P_m \cdot S = W_m \cdot S + G/g \cdot \frac{v_a^2}{2}, \quad \ldots \ldots \quad (34)$$

woraus

$$S = \frac{G\left(\frac{v_a^2}{2g} - h\right)}{P_m - W_m} \quad \ldots \ldots \quad (35)$$

Ohne Starthügel wäre der Weg für den Start

$$S_o = \frac{G \frac{v_a^2}{2g}}{P_m - W_m}, \quad \ldots \ldots \quad (36)$$

so daß durch denselben eine Verkürzung von

$$\Delta S = S_o - S = S_o\left(1 - \frac{S}{S_o}\right) = S_o \frac{2gh}{v_a^2} \quad \ldots \ldots \quad (37)$$

eintritt. Mit unseren Werten $S_o = 950$ m, $v_a = 40$ m/sec folgt $\Delta S \sim 12\,h$.

Um also eine nennenswerte Verkürzung der Startstrecke zu erreichen, müßte h mindestens 10 bis 20 m betragen.

Die Wirkungsweise der Röhrenfedermanometer.

Von **H. Lorenz** in Danzig.

Für die Messung von Flüssigkeitsdrücken verwendet man in der Technik vorwiegend Manometer, deren Meßkörper nach dem Vorschlage des Deutschen Schinz, der von dem Franzosen Bourdon (etwa 1860) ausgeführt wurde, aus einer sog. Röhrenfeder besteht. Es ist dies ein plattgedrücktes dünnwandiges Rohr aus Metallblech, welches an beiden Enden dicht verschlossen und nach Fig. 1 kreisförmig gebogen ist. In der Nähe des einen festgehaltenen Endes ist ein Verbindungsrohr mit dem Druckraum angeschlossen, während das freie Ende durch ein Hebelwerk einen Zeiger betätigt[1]. Der Überdruck p im Rohrinnern gegen die Atmosphäre hat nun eine Volumenzunahme zur Folge, die sich in einem Aufblähen des Querschnittes, verbunden mit einer Vergrößerung der kleinen radial gerichteten Halbachse b um Δb

[1] Eine genauere Theorie, die aber wesentlich zu denselben Ergebnissen führt, habe ich in der Phys. Zeitschr. 18. S. 117. 1917 entwickelt.

und einer Verkürzung der dazu senkrechten großen Halbachse a um Δa äußert. Die Bogenlänge s des Bleches im Querschnitte von der Dicke h erfährt dabei keine Änderung und damit auch, wenigstens angenähert, die Sehne $\sqrt{a^2 + b^2}$ des Quadranten. Daraus folgt:

$$a\,\Delta a + b\,\Delta b = o \quad \text{oder} \quad \Delta a = -\frac{b}{a}\Delta b \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

und eine Änderung der Querschnittsfläche $F = \beta\, a\, b$ um

$$\Delta F = \beta\,(a\,\Delta b + b\,\Delta a) = \beta\, a\, b\left(1 - \frac{b^2}{a^2}\right)\Delta b, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

worin β einen von der Kurvenform des Querschnittes abhängigen Beiwert bedeutet, der für die Ellipse den Wert π annimmt.

Aber auch die Längsfasern des Rohres mit dem ursprünglichen Halbmesser r_0 und dem Zentriwinkel χ_0 behalten ihre Länge, so daß man für die Mittelachse des Rohres und das Ende der kleinen Achse die Beziehungen erhält:

$$\left.\begin{aligned} r \cdot \chi &= r_0 \cdot \chi_0 \\ (r + b + \Delta b)\,\chi &= (r_0 + b)\,\chi_0 \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Nach Abzug wird daraus mit $\chi_0 - \chi = \Delta\chi$ sowie Vernachlässigung der Produkte der kleinen Änderungen

$$\chi_0 \cdot \Delta b = b \cdot \Delta\chi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3a)$$

Mit der unveränderten Rohrlänge $r_0\,\chi_0$ folgt aber eine Aufblähungsarbeit des Überdruckes

$$L = \frac{p}{2} \cdot r_0 \cdot \chi_0 \cdot \Delta F = \frac{p \cdot r_0 \cdot \chi_0 \cdot \beta \cdot a\,b}{2}\left(1 - \frac{b^2}{a^2}\right)\Delta b, \quad (4)$$

die einerseits zur Aufbiegung des Rohres unter Wahrung der Rohrlänge $r_0 \cdot \chi_0$ und einer Formänderung des Querschnittes verwendet wird. Vernachlässigen wir zunächst die letztere unter Vorbehalt des Nachweises der Berechtigung, so bleibt für die Arbeit des Biegungsmomentes M mit der Aufbiegung $\Delta\chi$

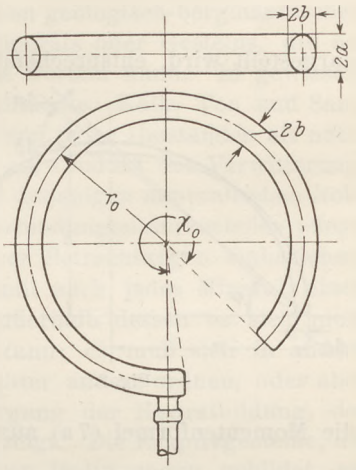


Fig. 1.

$$L = \frac{M \cdot \Delta\chi}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

und nach Gleichsetzen mit (4):

$$M = \beta\, p \cdot a\, b\, r_0\left(1 - \frac{b^2}{a^2}\right). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Nun sind die Momente, die einem ursprünglich geraden Stab mit dem Trägheitsmoment Θ des Querschnittes um die neutrale Schicht die Krümmungen $1 : r_0$ und $1 : r$ erteilen, mit dem Elastizitätsmodul E

$$M' = \frac{E\Theta}{r_0} \qquad M'' = \frac{E\Theta}{r}$$

und daher ist das Biegungsmoment zur Änderung der Krümmungen

$$M = M' - M'' = E\Theta\left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

oder wegen der ersten Gleichung (3) mit $r - r_0 = \Delta r$, $r\,\Delta\chi + \chi \cdot \Delta r = 0$,

$$M = E\Theta \cdot \frac{\Delta r}{r \cdot r_0} = -E\Theta\frac{\Delta\chi}{r_0 \cdot \chi_0}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7a)$$

Verbinden wir diese Formel mit (6) und setzen gleichzeitig unter Einführung des Trägheitshalbmessers k und der Bogenlänge $b\,s$ des Querschnittes

$$\Theta = s \cdot h \cdot k^2, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

so folgt schließlich für die relative Aufbiegung der Röhrenfeder:

$$\frac{\Delta\chi}{\chi_0} = -\frac{\beta\, p\, a \cdot b \cdot r_0^2}{E \cdot s \cdot h \cdot k^2}\left(1 - \frac{b^2}{a^2}\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

worin für die Ellipse als Meridiankurve $\beta = \pi$ zu setzen ist. Wir haben nunmehr noch den Nachweis zu liefern, daß die Formänderungsarbeit L' des Rohrquerschnittes gegen die der Aufbiegung des Gesamtrohres verschwindet. Zu dem Zweck schreiben wir für die letztere aus (5) und (7a)

$$2L = \frac{M^2 \cdot r_0 \cdot \chi_0}{E\Theta} = \frac{M^2 \cdot r_0 \cdot \chi_0}{E \cdot s \cdot h \cdot k^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5a)$$

Ganz entsprechend erhalten wir für das Moment und die Arbeit der Querbiegung mit der mittleren Winkeländerung $\Delta\varphi$ (Fig. 2), die angenähert mit derjenigen der Sehnenneigung des Quadranten $s/4$ sich deckt und daher mit (3a) durch

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta b}{a} = \frac{b}{a} \cdot \frac{\Delta\chi}{\chi_0} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

dargestellt wird, entsprechend (7a),

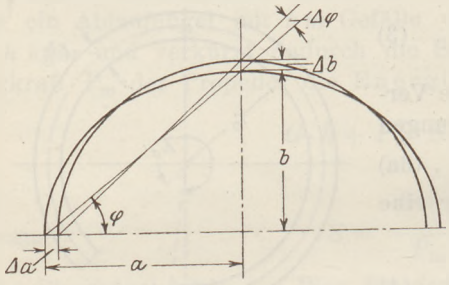


Fig. 2.

$$M' = 4\frac{E\Theta'\Delta\varphi}{s}, \quad L' = \frac{M' \cdot \Delta\varphi}{2} \quad (11)$$

oder

$$2L' = \frac{4E\Theta'\Delta\varphi^2}{s} = \frac{4E\Theta' \cdot b^2 \cdot \Delta\chi^2}{s \cdot a^2 \cdot \chi_0^2} \quad (11a)$$

Darin ist das Trägheitsmoment des Wandstreifens von der Dicke h und der Länge $r_0\chi_0$ um die Längsachse:

$$\Theta' = \frac{h^3}{12} r_0 \cdot \chi_0 \quad \ldots\ldots \quad (12)$$

Indem wir den Aufbiegungswinkel $\Delta\chi$ durch die Momentenformel (7a) ausschalten, wird aus (11a)

$$2L' = \frac{\Theta'}{E\Theta^2} \cdot \frac{b^2 M^2 \cdot r_0^2}{a^2 \cdot s} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11b)$$

und das Verhältnis der Arbeiten

$$\frac{L'}{L} = 4\frac{\Theta'}{\Theta} \cdot \frac{b^2}{a^2} \cdot \frac{r_0}{s \cdot \chi_0} = \frac{1}{3}\frac{h^2}{k^2} \cdot \frac{b^2}{a^2} \cdot \frac{r_0}{s} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

Hierin liegen aber die Verhältnisse $h:k$ und $b:a$ bei Werten von der Größenordnung 1 : 3 bis 1 : 5, während r_0 und s von derselben Größenordnung sind. Der Bruch (13) hat demnach einen so verschwindenden Wert, daß die Vernachlässigung der Arbeit L' gegen L durchaus gerechtfertigt war.

Zur Prüfung der vorstehenden Theorie wurden zwei Manometer von nahezu elliptischem Querschnitt, also $\beta = \pi$, der Firma Schäffer & Budenberg verwendet, deren mitgeliefertes Wandblech einen Elastizitätsmodul $F = 10^6$ kg/cm² aufwies. Die Abmessungen, Versuchs- und Rechnungsergebnisse sind in der folgenden Tafel zusammengestellt:

Manometer für Überdruck	$p = 6$	12 kg/cm²
Halbmesser der Röhrenfeder	$r_0 = 5{,}56$	5,55 cm
Große Halbachse	$a = 0{,}847$	0,850 „
Kleine Halbachse	$b = 0{,}243$	0,241 „
Wandstärke	$h = 0{,}048$	0,065 „
Bogenlänge der Röhrenfeder	$\chi_0 = 270^0$	270°
Aufbiegung nach Versuch	$\Delta\chi : p = 0{,}846$	0,454 cm²/kg
Aufbiegung nach Gleichung (9)	$\Delta\chi : p = 0{,}766$	0,578 „

Mit Rücksicht auf den Näherungscharakter unserer Rechnung sowie die nur unvollkommene Ellipsengestalt der Meridiankurve und auf die Verlötung der Röhrenenden, welche in der Theorie nicht berücksichtigt ist, darf die Übereinstimmung als befriedigend angesehen werden.

Über die Entstehung nutzbarer Lagerstätten durch Verwitterungsvorgänge.

Von Privatdozent **Dr. Fritz Behrend** in Berlin.

Als Verwitterung bezeichnen wir die Zerstörung und Umsetzung der Gesteine an der Erdoberfläche durch die Tätigkeit aller auf dieselben einwirkenden Agenzien; dahin gehören hauptsächlich die Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht, die namentlich in tropischen und subtropischen Gebieten sehr groß sein können; ferner die sprengende Tätigkeit des gefrierenden Wassers; dann die chemische Tätigkeit des flüssigen Wassers und der in ihm gelösten Stoffe.

Als nutzbare Lagerstätten bezeichnen wir im üblichen geologisch-bergmännischen Sinne eine solche Anhäufung irgendeines nutzbaren Minerals oder Gesteins, die bei geeigneter wirtschaftlicher Lage mit Vorteil ausgebeutet werden kann. In gewissem Sinne gehört also hierher auch der größte Teil der Sedimente. Kalk, Ton und Sand sind aus der Verwitterung anderer Gesteine entstanden und unter Umständen als nutzbare Lagerstätten anzusprechen. Jeder Ackerboden ist ein Produkt der Verwitterung. Wir wollen uns hier aber aus praktischen Gründen auf diejenigen mineralischen Rohstoffe beschränken, aus denen man Metalle oder Metallverbindungen darzustellen pflegt, und nur wenige andere Mineralien in den Kreis unserer Betrachtungen einbeziehen.

Wir wissen, daß jede chemische Verbindung, somit auch jedes Mineral, einen enger oder weiter begrenzten Stabilitätsbereich hat, außerhalb dessen es sich nicht auf die Dauer in seiner ursprünglichen Form halten kann; es muß sich in andere Modifikationen umwandeln, d. h. seine Atome im Raumgitter anders ordnen, oder aber es entsteht eine andere Verbindung, wie z. B. der Vorgang der Hydratbildung, der Wasseraufnahme ins Molekül im Lauf der Verwitterung zeigt. Die Eruptivgesteine, die im Innern der Erdkruste erstarrten, sind unter anderen Bedingungen gebildet, als die, die an der Erdoberfläche vordrangen; stabil in ihnen ist unter Verwitterungsbedingungen beispielsweise der Quarz, während namentlich die Feldspate metastabil werden, sich leicht zu Ton oder Kaolin umsetzen.

Der Vorgang der Bildung einer Verwitterungslagerstätte muß nun zur Bildung oder Anhäufung eines nutzbaren Minerals führen, das bereits als solches oder in seinen wesentlichen Bestandteilen im ursprünglichen Muttergestein in so geringer Menge und zum Teil in solcher Verbindung vorhanden war, daß es weder auf chemischem noch auf physikalischem Wege auf praktisch nutzbare Weise anzureichern war. Die natürliche Anreicherung kann entweder darin bestehen, daß die wertlosen Bestandteile fortgeführt werden und der nutzbare Stoff annähernd auf seiner Lagerstätte zurückbleibt, oder so, daß das wertlose Material zurückbleibt und der nutzbare Stoff in Lösung fortgeführt und an anderen Stellen unter geeigneten Bedingungen wieder ausgeschieden wird.

Das Endprodukt dieser Lagerstättenbildung wird in der unter den jeweilig an Ort und Stelle herrschenden Bedingungen stabilsten Form wieder ausgeschieden.

Auf der Erdoberfläche werden die Gesteine auf zweierlei Weise von der Verwitterung angegriffen: auf vorwiegend chemische und auf vorwiegend physikalische Weise. Im allgemeinen gehen beide Verwitterungsarten Hand in Hand, und es hängt im wesentlichen von den klimatischen Bedingungen eines Gebietes ab, welche von beiden Arten den Vorrang hat.

Die physikalische Verwitterung wird hauptsächlich bedingt durch den ± starken Temperaturwechsel zwischen Tag und Nacht, der besonders in Erscheinung zu treten pflegt in den Gebieten geringen Niederschlages, also in den Küstengebieten, und der die einzelnen Bestandteile der Gesteine verschieden stark beansprucht infolge ihrer

untereinander verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten, und der dadurch schließlich den Gesteinsverband lockert. Der Frost wirkt namentlich in humiden Gebieten durch die Sprengwirkung des gefrierenden Wassers in Gesteinsspalten. Weiterhin kommt, sobald Vegetation Fuß gefaßt hat, die sprengende Wirkung der Pflanzenwurzeln hinzu.

Ist ein Gestein aufgelockert, so beginnt eine Art natürlicher Aufbereitung durch Wind, Regen und fließendes Wasser, deren Endprodukte aber stets nur gegen die Atmosphärilien widerstandsfähige Mineralien sind. Der Wind ist das schwächste dieser Aufbereitungsmittel; er ist nur imstande, Staub und Sand zu verfrachten, während er alles grobe und alles schwere Material zurücklassen muß; durch die Gebläsewirkung des geschleuderten Sandes ist starker Wind allerdings imstande, an der weiteren Zerstörung des festen Gesteins mitzuhelfen.

Die Bildung von nutzbaren Lagerstätten durch Windaufbereitung kann nur in trockenem Klima vor sich gehen durch Fortwehen des zerfallenen wertlosen Materials und ist selten beobachtet. Beschrieben werden solche äolischen oder Windseifen an westaustralischen Goldgängen, in deren Nähe auf diese Art eine Anreicherung des Goldgehaltes im Verwitterungsschutt festgestellt wurde. In gewissem Sinne könnte man auch die Diamantseifen in Deutsch-Südwestafrika hierher nehmen.

Die Seifenbildung durch Regen und fließendes Wasser dagegen führt in allen geeigneten Fällen sehr viel häufiger und schneller zum Ziel. Der Regen ist imstande, namentlich an etwas geneigten Gängen alles lockere Material allmählich zu transportieren, die leichten Bestandteile schneller als die schweren. War also in dem ursprünglichen Gestein ein gegen chemische Einflüsse widerstandsfähiges, spezifisch besonders schweres, also namentlich ein schwermetallhaltiges Mineral, wie Zinnstein, Magneteisen usw., enthalten, so bleibt bei geeigneten Geländeverhältnissen ein Teil dieses Minerals, in unserem Falle also das Erz, in größeren und kleineren Portionen zusammen mit groben Blöcken seines Nebengesteins annähernd an Ort und Stelle liegen und bildet eine alluviale Seife.

Wird dagegen durch die Gelände- und die Windschlagsverhältnisse das widerstandsfähige, nutzbare Mineral zusammen mit dem wertlosen leichteren in einem Wasserlauf geschwemmt, so setzt hier eine weitere und vollständigere Aufbereitung ein. Der Wasserlauf führt das leichtere Material wesentlich schneller fort als das schwere und an den Stellen, an denen eine Verringerung der Stromgeschwindigkeit des Wassers statthat, sinkt zunächst in ziemlicher Vollständigkeit das schwere Material zu Boden und dann erst das leichtere, sodaß wir z. B. Goldseifen häufig an der Basis der Flußablagerungen mit grobem Geröll vermischt treffen. Ferner finden wir sie oft da, wo den Sandablagerungen Kiesbänke eingelagert sind, überall stets zunächst an den Stellen verminderter Transportkraft. An diesen Stellen finden wir dann eine Anreicherung aller widerstandsfähigen und spezifisch schweren Mineralien, die im Einzugsgebiet des Flusses anstehen: Gold, Platin, Zinnstein, Monazit, Edelsteine, Magneteisen, Granat, Zirkon usw. Das ist der verbreitetste und wirtschaftlich wichtigste Fall der Seifenbildung, die alluvialen Seifen. Die Art des Auftretens der einzelnen Mineralien in Seifen ist überall gleich, und es kann höchstens zwischen rezenten Seifen unterschieden werden, die sich in den gegenwärtigen Flüssen, und älteren, die sich in höher gelegenen Schotterterrassen an den Hängen finden; gelegentlich begegnet man auch fossilen Seifen, also solchen Bildungen, die von jüngeren Bildungen bedeckt und die oft verfestigt sind.

Hier sind auch die marinen Seifen zu erwähnen, die bei der Transgression im Brandungsbereich des Meeres entstehen; solche Goldseifen finden sich z. B. in Alaska im Bereich des berühmt gewordenen Cape Nome. Die Goldkörnchen sind hier übrigens im Gegensatz zu denen der Flußseifen stets auf der Oberfläche angefressen. Man kann zu diesen Verwitterungsdecken auch manche Brauneisenkonglomerate rechnen, wie die von Peine, Salzgitter und dem nördlichen Harzrande. Bei diesen allerdings handelt es sich im wesentlichen nicht um Konglomerate, die aus dem

festen Anstehenden gebildet sind, sondern um Brauneisenerzbrocken, die bei der Verwitterung der Juraschichten an der kretazischen Landoberfläche als besonders widerstandsfähig zurückgeblieben waren.

Das tiefere der beiden Konglomerate bildet im nördlichen Harzvorlande die Basis des Neokom und ist namentlich gut und bauwürdig rings um den Salzgitterschen Höhenzug nördl. Goslar entwickelt und hat daher von diesem seinen Hauptnamen. Da es als Transgressionskonglomerat über die verschiedensten älteren Bildungen hinweggreift, so wechselt sein Profil sehr stark; es bildet gewissermaßen eine Anzahl flacher Linsen, die in den tieferen Geländeteilen abgesetzt wurden und die durch taube oder wenig mächtige und daher unbauwürdige Partien voneinander getrennt sind. Infolge der Aufbereitungsvorgänge sind die Gerölle der einzelnen Lagen ungefähr gleich groß; das Bindemittel ist im allgemeinen tonig, manchmal etwas kalkig. Liasfossilien sind in den Geröllen häufig.

Das besonders in der Gegend von Peine entwickelte Transgressionskonglomerat, das ebenfalls im nördlichen Harzvorland große Verbreitung hat, bezeichnet die Basis des Emschers, der stellenweise über die älteren Kreideschichten transgrediert; da es über die verschiedensten Gesteine fortschreitet, so ist es ebenso wie das Salzgitterkonglomerat durchaus nicht überall als Eisensteinkonglomerat entwickelt. Die Eisenerze stammen hier aber in der Hauptsache nicht aus den Brauneisenlagern des Jura, sondern wie die Fossilien zeigen, aus den mächtigen Tonlagern des Gault, die in manchen Horizonten massenhafte Eisenkarbonatkonkretionen führen, die man als Toneisensteine zu bezeichnen pflegt, und die bei längerem Liegen an der Oberfläche, also auf dem alten Festlande vor der Transgression der oberen Kreide, in Brauneisen übergegangen sind. Das Bindemittel ist meist rein kalkig. Der in dem sog. Peiner Konglomerat vorhandene Erzvorrat ist ziemlich groß, er beträgt vielleicht 300 Mill. t Erz mit etwa 32 % Eisen, während in dem vorhin besprochenen Neokomkonglomerat von Salzgitter vielleicht 60 bis 80 Mill. t Erz mit 38 bis 40 % Eisen enthalten sind. Die Erze sind nach dem Verlust der Minette-Erze in Lothringen für die deutsche Volkswirtschaft von größtem Wert und bilden heute unsere größte Erzreserve.

Sehr viel mannigfaltiger als diese mechanische Aufbereitung sind die Wirkungen der chemischen Verwitterung auf die Gesteine.

Das Hauptagens der chemischen Verwitterung ist das flüssige Wasser. Der auf allen Spalten in das Gestein eindringende Regen ist beladen mit Sauerstoff und Kohlensäure; außerdem ist ja jedes Wasser in geringem Maße hydrolysiert in H'- und OH'-Ionen, und der Anteil der freien Ionen steigt mit der Temperatur. Dieses Regenwasser wirkt nun auf die leichter löslichen Mineralien in den Gesteinen, indem es aus ihnen Karbonate namentlich von Eisen, Mangan, Calcium, Magnesium und Alkalien nebst kolloider Kieselsäure bildet und die Karbonate je nach den Umständen mehr oder weniger vollständig fortführt. Ein Teil des unlöslichen Rückstandes nimmt Wasser in seine Konstitution auf; es bildet sich Ton, Kaolin oder Aluminiumhydroxyd oder Talk und ähnliche Mineralien, und diese Umbildung ist von einer Volumenzunahme begleitet, die unter Umständen das Gestein weiterhin lockern hilft. Das Regenwasser sinkt dadurch tiefer in das Gestein ein und wird zum Grundwasser. Dieses Grundwasser hat zwar weniger Sauerstoff in Lösung, ist aber dafür um so reicher an anderen für die Zersetzung der Gesteine geeigneten Agenzien; so kann z. B. das Grundwasser Kohlensäure aufnehmen, die durch die Zersetzung organischer Substanzen frei wird. Ferner sind die Humusstoffe bei der Umsetzung mancher Mineralien tätig; insbesondere wirken sie in vielen Fällen reduzierend; das Grundwasser enthält weiterhin häufig Mineralsäuren in geringen Mengen, namentlich Schwefelsäure. Natürlich ist die Wirkung des Wassers und der in ihnen gelösten Stoffe je nach dem Klima verschieden.

Ein großer Teil der bei der Verwitterung sich neu bildenden Stoffe hat zunächst kolloidale Eigenschaften, und es lassen sich bei ihrer Entstehung zwei Hauptgruppen

unterscheiden: nämlich erstens solche, die nach der lösenden Einwirkung des Wassers annähernd am Ort ihrer ursprünglichen Entstehung als unlöslich unter Wasseraufnahme zurückbleiben, also gewissermaßen die Lösungsrückstände, und zwar sind dies im wesentlichen Bauxit und Laterit, Ton, Kaolin und gewisse Phosphate, ferner manche Eisenerze.

Die andere Gruppe bilden die Körper, die bei diesem Auslaugungsprozeß in Lösung fortgeführt und an anderer Stelle wieder abgesetzt werden; sie werden repräsentiert hauptsächlich durch gewisse Eisen- und Manganerze, z. B. die Wiesenerze und durch chemische Sedimente, z. B. Lager von Kalk, Steinsalz usw.

In unserem Klima werden die Gesteine im allgemeinen so zersetzt, daß ihre alkalischen Bestandteile, Eisen und ein Teil der Tonerde fortgeführt werden, während der größere Teil der Tonerde, gemengt mit Kieselsäure, liegen bleibt.

In den tropischen Gebieten dagegen wandert zuweilen unter besonderen Bedingungen im wesentlichen die Kieselsäure mit den Alkalien, während die Tonerde und ein wechselnder Anteil des Eisens unter Hydroxydbildung annähernd auf ihrer ursprünglichen Lagerstätte zurückbleiben. Im ersten Fall ist das Endprodukt dieser Tonerde-Silikatbildung ein Rückstandston, in seiner reinsten Form der Kaolin, im letzteren Falle, in den Tropen, kann sich Laterit und in seiner reinsten Form Bauxit bilden. Die Umsetzung kann in beiden Fällen gelegentlich unter vollständiger Wahrung der ursprünglichen Struktur der Gesteine vor sich gehen. Im Bauxit und Laterit allerdings wird des öfteren eine nachträgliche Lösung und Wiederausfällung der einzelnen Komponenten innerhalb des Gesteinskörpers beobachtet. Weiterhin können durch Wasser diese Verwitterungsrückstände natürlich transportiert und anderswo abgesetzt werden.

Der Bauxit ist ein Tonerde (Al_2O_3)-Gel mit wechselnden Mengen Wasser und stets verunreinigt durch Ferrihydroxyd und Kieselsäure. Die unreinere Abart, der Laterit, ist durch größere Verunreinigung an Kieselsäure und Eisen gekennzeichnet. Eine scharfe Grenze zwischen Bauxit und Laterit gibt es nicht. Laterit ist das Produkt tropischer Verwitterung besonders von Eruptivgesteinen und findet sich vielfach in solchen Gebieten als Produkt der heutigen Verwitterung. Vielfach aber bildet sich auch in den Tropen echter Ton als Verwitterungsprodukt. Wir wissen aber, daß in früheren geologischen Perioden, z. B. im Tertiär und in der Kreide tropisches Klima in weit höheren Breiten geherrscht hat als heute, und so finden wir Bauxitbildungen in Gebieten mit heute gemäßigtem Klima, wie in Süd-Frankreich, in dem an Rumänien abgetretenen Teil von Ungarn, in Nordamerika usw.; sogar der Basalt des Vogelsberges in Hessen ist größtenteils in Bauxit übergegangen. Rezente Bauxitlagerstätten finden sich an vielen Stellen in den Tropen; ganz besonders große Hoffnungen setzt man neuerdings auf in der Aufschließung begriffene Lagerstätten in Holländisch-Britisch-Guyana. Der Hauptteil der in Deutschland verarbeiteten Roherze kam vor dem Kriege aus Südfrankreich, wo der Bauxit gern auf Kalk liegt. Die Bauxite sind im allgemeinen durch Brauneisen rotbraun gefärbt und dann nicht ohne weiteres zu erkennen. Hat man ein bauxitverdächtiges Gestein gefunden, so muß man eine Analyse anfertigen lassen.

Eisen und Mangan gehen bei der Einwirkung der atmosphärischen Gewässer unter den allerersten Bestandteilen der Gesteine in Lösung, und zwar sowohl mit Kohlensäure wie auch mit Schwefelsäure, die gelegentlich durch Oxydation von Schwefelkies entsteht; und da die Kohlensäure das häufigste Agens ist, so sind Eisen und Mangan in den Verwitterungslösungen meist als Bikarbonate vorhanden, also zunächst in molekularer Lösung. Diese Bikarbonate zersetzen sich ebenso wie die Sulfate bei Luftzutritt zu Hydroxyden des Eisens und Mangans; daneben bildet sich freie Kohlensäure oder Schwefelsäure, und zwar zersetzten sich die Eisenverbindungen schneller als die von Mangan. Die Hydroxyde der beiden Metalle bilden aber nicht molekulare, sondern kolloide Lösungen, und es hängt von ihrer Konzentration und

von den im Wasser vorhandenen Elektrolyten ab, ob sie schnell ausflocken, oder ob sie eine Strecke weit transportiert werden.

Es hieß vorhin, daß auch unter gewissen Umständen das Eisen nur eine kurze Strecke wandert und bald wieder ausgefällt wird, während gewisse andere Hauptbestandteile des Gesteins fortgeführt werden. Bekannt sind ja die eisenreichen Krusten auf vielen Gesteinen. Die Herauslösung der anderen Gesteinsbestandteile kann so weit gehen, daß wir den Eindruck einer metasomatischen Verdrängung durch das Eisenerz haben, und man pflegt dann von Verwitterungsmetasomatose zu sprechen. In diesen Rückständen bildet das ausgeflockte Ferrihydroxyd ein sehr inniges Gemisch mit dem ebenfalls zurückgebliebenen wasserhaltigen Aluminiumsilikat, wie z. B. in der Terra rossa in den südeuropäischen Karstgebieten, oder mit dem Aluminiumhydroxyd im Laterit. In anderen Fällen scheidet es sich im Rückstandslehm in der Hauptsache in der Form von Konkretionen aus, wie in den Eisenerzen vom berüchtigten Hunsrücktypus, die ein tertiäres Verwitterungsprodukt unterdevonischer Schiefer darstellen. Nebenbei können sich auch beträchtliche eisenreiche Rinden auf dem Gestein selbst bilden, bei denen der ursprüngliche Gesteinscharakter völlig verloren geht. Als Beispiel haben die riesigen Eisenlagerstätten auf Cuba zu gelten, die aus Serpentin hervorgegangen sind, und die etwa 50% Eisen enthalten. Die Erze sind in mancher Hinsicht dem sog. Krusteneisenstein ähnlich, der große Teile der alten Fastebenen in Zentralafrika bedeckt.

Bemerkenswert ist bei diesen Bildungen die fast vollständige Trennung des Eisens vom Mangan, das ja mit ihm zusammen in den Muttergesteinen vorhanden ist; man kann das dadurch erklären, daß ja das Eisenbikarbonat sich sehr viel leichter zu Ferrihydroxyd umsetzt als das Manganbikarbonat. Der Verwitterungsvorgang war ähnlich wie bei der Lateritbildung, nur hatte das ursprüngliche Gestein einen zu geringen Tonerdegehalt.

Häufig sind die Eisenlösungen eine Strecke weit gewandert und dann gemeinsam mit dem ebenfalls zu Hydroxyd zerfallenen Manganbikarbonat ausgefallen; namentlich sind derartige Lagerstätten auf Kalksteinen bekannt, deren Oberfläche dann von den gemeinsam mit Fe und Mn in der Lösung vorhandenen Agenzien von Spalten aus stark korrodiert und verdrängt ist. Das Verhältnis von Eisen zu Mangan in diesen Erzen ist dann meist so, daß man annehmen muß, daß sich die beiden Sole, die ja entgegengesetzte elektrische Ladung haben, gegenseitig ausgeflockt haben. Als Beispiele können die Eisen-Manganerze von Ober-Roßbach, Bingerbrück usw. in der Gegend von Bingen auf beiden Rheinufern angeführt werden. Bei allen diesen Vorkommen, die sich ähnlich an vielen Stellen der Welt wiederfinden, liegen die Erze im allgemeinen in Nestern, Taschen und langgestreckten talartigen Vertiefungen auf der Oberfläche der Kalksteine, die ehemals eine z. B. tertiäre Landoberfläche darstellte. Oft treten sie an der Grenze zwischen Kalkstein und Schiefer auf; teilweise sind die Erze transportiert. Ursprünglich haben wahrscheinlich die Erze als unregelmäßig zerstreute Konkretionen im Verwitterungston gelegen, der aus den unreinen Kalksteinen bei der Verwitterung hervorging, und sind dann als Rückstände bei der Erosion des Tones annähernd am Ort ihrer Entstehung liegen geblieben.

Alle diese Lagerstätten sind im wesentlichen an alte Fastebenen gebunden und meist in tropischem bis subtropischem Klima entstanden; sie zeigen, daß zu ihrer Konzentration sehr lange Zeiträume nötig waren. Natürlich wandern auch heute noch solche Eisen- und Manganhydroxydsole, wofür wir als Beispiele die Raseneisen- und Rasenmanganerze sowie die Seeerze anführen, die oft einen erheblichen Weg hinter sich haben, wenn sie zum Absatz kommen.

Ähnliche Konzentrationsvorgänge können zur Anreicherung von Phosphorsäure in manchen Gesteinen führen. Die Phosphorsäure ist in fast allen Gesteinen in geringen Mengen vorhanden, in Sedimenten im allgemeinen in geringerer Menge als in Eruptivgesteinen. Besonders geeignet für die Anreicherung von Phosphorsäure

erweisen sich Kalksteine, die selbst häufig geringe Mengen von phosphorsaurem Kalk enthalten. Da dieser phosphorsaure Kalk im Wasser nun sehr viel schwerer löslich ist als kohlensaurer Kalk, so ist bei der Ablaugung der Kalkoberfläche eine Anreicherung des phosphorsauren Kalkes möglich und tatsächlich mehrfach beobachtet. In feuchtem Klima aber findet außerdem gelegentlich eine Anreicherung des phosphorsauren Kalkes im kohlensauren Kalk auf andere Weise statt. Ist nämlich in den Verwitterungslösungen freie Kohlensäure, Humussäure oder Schwefelsäure in größerer Menge vorhanden, so geht das Kalkphosphat in Lösung und wird beim Einsickern des Wassers in den tieferen Kalkstein, also beim Zusammentreffen mit kohlensaurem Kalk wieder ausgefällt. Man kann diesen Vorgang etwa mit manchen Zementationsvorgängen auf Erzlagerstätten vergleichen. Der Phosphorgehalt braucht nun nicht aus dem Kalk selbst zu stammen, sondern kann aus ehemals darüber liegenden Schichten ausgelaugt sein; auf diese Weise wird der Phosphorgehalt der Lagerstätten zu oft bauwürdigen Mengen konzentriert, wie es bei den deutschen Lahnphosphaten angenommen wird und bei den großen Lagerstätten in Florida. In ganz besonderem Umfange gehen solche Phosphorsäureabscheidungen auch in anderen Fällen, wie auf Korallenkalkinseln der tropischen Meere, vor sich. Diese Inseln sind seit vielen Jahrtausenden Brutplätze von Seevögeln, die auf ihnen ihre Exkremente, den sog. Guano, ständig von neuem deponieren; dieser Guano enthält erhebliche Mengen Phosphorsäure, die sich mit dem unterliegenden Kalk in erheblicher Mächtigkeit zu Kalkphosphat umsetzt.

Ich kann hier noch einfügen, daß man annimmt, daß auch unsere Manganerzgänge im Thüringer Wald und bei Ilfeld am Harz sehr wahrscheinlich Verwitterungsvorgängen ihre Entstehung verdanken. In diesen Fällen handelt es sich um Porphyrite bezw. Porphyrittuffe, die von tektonischen Spalten durchsetzt und dadurch in ihrem Gefüge etwas aufgelockert waren; sie waren bereits von der Verwitterung stark angegriffen, als in sie Manganlösungen infiltriert wurden; diese wurden von dem zersetzten Gestein stark aufgenommen und haben es z. T. metasomatisch verdrängt. Man nimmt an, daß der Mangangehalt dieser Verwitterungslösungen aus Spateisensteingängen der Nachbarschaft und aus dem Zechstein herstammt.

Kleine Mitteilungen.

Der experimentelle Nachweis der Abhängigkeit der Schwingungszeit von der Beschleunigung am Fadenpendel.

Von Studienrat O. Küper in Görlitz.

Zu den Grundversuchen des Mechanikunterrichts gehört die experimentelle Bestätigung der Zeitformel für das mathematische Pendel. Die Anordnungen, die für diesen Zweck ersonnen worden sind, sind mannigfacher Art. Aus der Tatsache indessen, daß die einschlägige Literatur auch heute noch immer wieder neue Vorschläge bringt, darf man wohl den vorsichtigen Schluß ziehen, daß das Vorhandene noch nicht recht befriedigt. Es sei mir deshalb im folgenden gestattet, die bekannteren Lösungen der Aufgabe einer Kritik zu unterziehen und selbst einen neuen Vorschlag zu bringen.

Der übliche gedankliche Weg, der zur Aufstellung der Zeitformel für das körperliche Pendel führt, geht über das abstrakte, mathematische Pendel, und dieser Weg ist sicher der beste, weil er der natürlichen Zerlegung der Aufgabe entspricht. Dem Experimentalunterricht liegt es ob, das mathematische Pendel möglichst zu verwirklichen und an ihm das theoretisch Erschlossene zu bestätigen oder aber das Pendelgesetz durch Versuche aufzufinden. Diese Aufgabe ist als gelöst zu betrachten, wenn es gelingt, am Fadenpendel die Abhängigkeit der Schwingungszeit von seiner Länge

und der auf den Pendelkörper wirkenden Kraft zahlenmäßig in einwandfreier Weise durch den Versuch nachzuweisen. Während nun der erste Teil der Aufgabe keine Schwierigkeiten macht, ist man mit dem zweiten Teil, wie es scheint, noch nicht recht fertig geworden.

Für diesen zweiten Teil der Aufgabe kommt es letzten Endes darauf an, die auf den Pendelkörper wirkende Kraft zu verändern. Mit welchen Mitteln hat bisher die Experimentierkunst dieses zu erreichen gesucht? Bekannt ist die Anordnung der schwingenden Eisenkugel über dem Magneten, bei der die beschleunigende Wirkung der Schwerkraft durch die Anziehuug des Magneten verstärkt wird. Fraglos ist dieser Versuch recht sinnfällig, das Erkennen setzt keine Vorkenntnisse voraus, aber das Zahlenmäßige des Gesetzes wird man nicht mit Sicherheit zeigen können, weil die Konstanz der zusätzlichen magnetischen Kraft für die verschiedenen Bahnlagen des Pendelkörpers nicht verbürgt ist. Meines Erachtens wäre hier auch die Ausmessung der Kraft für den Anfangsunterricht etwas umständlich; dem Versuch fehlt es für den zahlenmäßigen Nachweis an Eleganz. Ein anderer naheliegender Gedanke ist der, von der Schwerkraft nur eine Komponente wirken zu lassen, indem man das Pendel nicht in einer vertikalen, sondern in einer geneigten Ebene schwingen läßt. Man hat dies in der Weise ausgeführt, daß man eine Kugel als Pendelkörper gewählt und diese auf einem darunter geneigt gestellten Brette oder zur Verminderung der Reibung auf einer Glasplatte hat rollend schwingen lassen. In dieser Zeitschrift 1924 Heft III kommt Herr Dr.-Ing. REINICKE, Danzig, auf diese alte Anordnung in einem längeren Aufsatze zurück, und er empfiehlt sie aufs neue auf Grund der von ihm erhaltenen Versuchszahlen.

Ich muß gestehen, daß ich gerade gegen diese Anordnung immer starke unterrichtliche Bedenken gehabt habe und daß ich auch durch den soeben erwähnten Aufsatz nicht bekehrt worden bin. Dem nachdenkenden Schüler muß doch auffallen, daß beim freischwingenden Pendel und beim rollend schwingenden Pendel zwei verschiedene Bewegungsarten vorliegen, die man nicht ohne weiteres miteinander vergleichen darf. Das Gefühl wird ihm sagen, daß die hinzutretende Rollbewegung allein schon eine Vergrößerung der Schwingungszeit zur Folge haben muß. Meines Erachtens kann ihm dieser Versuch im Grunde nichts beweisen, bevor er die kompliziertere Bewegung des rollenden Pendels theoretisch zergliedert und die Schwingungsformel für dieses Pendel gefunden hat. Was müßte er erst von der Sache denken, wenn er am Versuche die Entdeckung machte, daß die Abweichung der Schwingungszeiten des vertikal und des geneigt schwingenden Pendels mit seiner Theorie nicht übereinstimmt? Benutzt man diese Anordnung zu dem vorliegenden Zwecke, so muß man dem Schüler zu viel verschweigen und wird auch dann nicht das Aufkommen von Zweifeln in ihm verhindern. Das rollende Pendel stellt eine kompliziertere Aufgabe für reifere Schüler dar, die in der elementaren Mechanik schon zu Hause sind; hier führt es vom rechten Wege ab.

Herr Dr. GUSRKI, Frankfurt, bringt in Heft V 1926 dieser Zeitschrift eine meines Wissens neue Variante in Vorschlag. Er läßt ein Fadenpendel erst in Luft und dann unter Wasser schwingen. Die Verminderung der Schwere wird hier durch den Auftrieb erzielt. Leider tritt unter Wasser ein größerer Bewegungswiderstand hinzu, der die Bewegung verzögern muß. Der Verfasser gibt zu, daß ihn die Geringfügigkeit der Dämpfung, die ja als Folge des Bewegungswiderstandes im Wasser zu erwarten ist, überrascht habe, und in diesem Geständnis liegt doch eigentlich eine schlimme Kritik an seinem Versuche. Auch der Schüler wird die gleiche Erwartung hegen, und er wird ganz folgerichtig diesem Bewegungswiderstande zum mindesten einen Teil der Veränderung der Schwingungszeit zuschreiben. Daß die Einwirkung, falls die Form des Pendelkörpers geeignet gewählt wird, gering genug bleibt, um das Gesetz der Pendelbewegung noch erkennen zu lassen, wird durch Vergleich mit der Pendelformel nachgewiesen, deren Gültigkeit doch erst bewiesen werden soll. Streng

genommen liegt also hier ein Zirkelschluß vor. Grundversuche müssen von störenden Einwirkungen weitgehendst frei sein, jedenfalls muß man a priori erkennen können, daß die Störung von einer solchen Größenordnung ist, daß das Hauptgesetz nicht wesentlich alteriert wird, sonst wirken die Versuche nicht überzeugend. An geeigneter Stelle kann diese Anordnung ausgezeichnet ihre Schuldigkeit tun, z. B. als mechanisches Analogon des mit Dämpfung arbeitenden elektrischen Schwingungskreises, aber zur Bestätigung der einfachen Pendelformel erscheint sie mir aus besagten Gründen wenig geeignet.

In dieser Zeitschrift habe ich 1923 Seite 191 einen Kunstgriff mitgeteilt, durch den man den vorliegenden Zweck mit den einfachsten Mitteln und in der vollkommensten Weise erreicht. Die oben erwähnten Aufsätze in dieser Zeitschrift haben mich indessen belehrt, daß er noch nicht allgemeiner bekannt geworden ist, denn in deren Aufzählungen fehlt er. Dies und der Umstand, daß ich ihn in der mir bekannten Literatur nicht gefunden habe, veranlaßt mich, etwas ausführlicher und zugleich mit geringen Abänderungsvorschlägen darauf zurückzukommen.

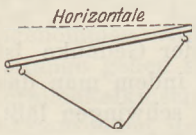


Fig. 1.

Dieser Kunstgriff besteht darin, ein Zweifadenpendel zu verwenden und den Stab, an dem die Fäden befestigt sind, gegen die Horizontale zu neigen, wenn man nur eine Komponente von g für die Pendelbewegung verwenden will. Die Fig. 1 veranschaulicht es. Es ist klar, daß sich außer der Beschleunigung nichts ändert, was für die Dauer der Schwingungszeit von Einfluß ist, weder die Art der Bewegung noch der Widerstand im Mittel. Die Änderung der Beschleunigung ist an Hand des Kräfteparallelogramms selbst gering vorgebildeten Schülern leicht klar zu machen. Bedenkt man noch, daß nur die Stellung des Pendels, am Pendel selbst aber nichts geändert wird, so darf man wohl behaupten, daß durch diesen so einfachen und naheliegenden Kunstgriff der Nachweis der Abhängigkeit der Schwingungszeit von der Beschleunigung praktisch einfacher als der von der Länge geworden ist.

Als Pendelkörper empfehle ich eine Metallkugel, die axial durchbohrt ist. Man wird den Pendelfaden hindurchstecken und die Kugel entweder durch je einen Knoten zu beiden Seiten oder durch ein in die Bohrung eingeklemmtes Hölzchen auf dem Faden in ihrer Lage festhalten. Für die Schrägstellung des Pendels gibt es eine Grenze, die man nicht überschreiten darf, es ist die senkrechte Stellung eines der Fäden. Will man einen großen Spielraum für die Veränderlichkeit der Beschleunigung zur Verfügung haben, so dürfen die beiden Fäden nicht zu wenig gegeneinander gespreizt sein, d. h. das gleichschenklige Dreieck, das die Fäden mit dem Stabe bilden, muß eine genügend große Basis haben. Wählt man etwa die Länge des Pendels zu 90 cm und den Basiswinkel zu 45^0, dann ist die Basis des Dreiecks 180 cm. In diesem Fall ist die äußerste mögliche Neigung 45^0 und die Beschleunigung innerhalb der Grenzen von g bis 0,71 g veränderlich. Die in diesen äußersten Lagen zu beobachtenden Schwingungszeiten verhalten sich wie 84 : 100. Das ist ein Verhältnis, das auch während des Unterrichtes mit genügender Genauigkeit festgestellt werden kann.

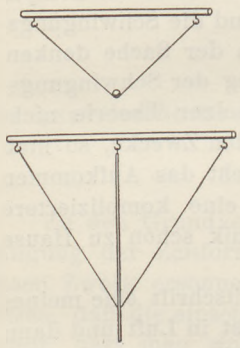


Fig. 2.

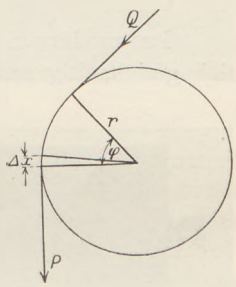
Ich möchte am Schlusse nicht unterlassen, auch für das physische Pendel, falls man es in einer geneigten Ebene schwingen lassen will, eine ähnliche Anordnung zu empfehlen. Als Pendelstange wähle man etwa einen Rundstab, den man vermittels Drahtöse an einem Haken schwingen läßt. Seitlich verspanne man den Stab durch je einen Faden, wie es die Fig. 2 zeigt. Bei der üblichen Ausführung geht rechtwinklig durch die Pendelstange eine Achse, die zu beiden Seiten in geschlossenen Lagern ruht oder sich in Körnern dreht. Bei der Schrägstellung des Apparates tritt

ein erhebliches Kippmoment auf, durch das der Druck und damit die Reibung in den Lagern erhöht wird. Die Folge davon ist eine stärkere Dämpfung, und im Schüler entstehen Zweifel, ob die Zunahme der Schwingungszeit nicht diesen Ursachen zuzuschreiben ist. Solche Zweifel können bei den von mir empfohlenen Anordnungen nicht entstehen, zudem kann jeder sich die Apparatur ohne Kosten selbst herstellen.

Berechnung des Reibungskoeffizienten aus den Spannungen eines Seils, das um eine festgehaltene Walze gelegt ist.

Von Dr. **P. Werner** in Iglau.

In MÜLLER-POUILLET, Lehrbuch der Physik, I, 1905, S. 349 f. ist der Fall behandelt, daß ein Seil um einen horizontalen, nicht drehbaren Zylinder geschlungen und an einem Ende mit der Last P belastet ist. Es ist dort angegeben, welche geringste Kraft Q bei $^1/_4$, $^1/_2$, 1, 2, 4 Umschlingungen des Zylinders gerade noch der Last P das Gleichgewicht zu halten vermag. Diese Werte von Q sind bezüglich 0,6 P, 0,38 P, 0,12 P, 0,015 P, 0,0002 P. Sie zeigen deutlich genug, daß die Q eine geometrische Reihe bilden, wenn sich der Winkel φ der Umschlingung um gleiche Beträge ändert. Vgl. auch H. HAHN, Leitfaden für Physikalische Schülerübungen, II. Teil, 34. Aufgabe. Der Nachweis, daß sich das Verhältnis Q/P nicht ändert, wenn P vergrößert oder verkleinert wird, läßt sich leicht führen. Man verwendet zu diesem Zwecke einen horizontal eingeklemmten Holzzylinder und eine Schnur, die darübergelegt und an beiden Enden belastet wird.



Nun können wir daran gehen, den Zusammenhang zwischen P, Q, dem Reibungskoeffizienten μ und dem Winkel φ (im Bogenmaß) abzuleiten. Denken wir uns eine kreisförmig in sich geschlossene Gummischnur, in welcher die Zugkraft P herrscht. Wird der Radius um den kleinen Betrag δ verkleinert, dann leistet P die Arbeit $2\pi\delta P$. Die Spannung der Schnur pro Längeneinheit in der Richtung gegen den Mittelpunkt des Kreises sei R. Diese Spannung leistet bei der Verkleinerung des Radius die Arbeit $2r\pi R\delta$. Da beide Arbeiten gleich sein müssen, folgt $P = R \cdot r$. Wenden wir nun diese Betrachtung auf unseren Fall an. Es sei Δx (siehe Figur) ein kleines Stück des Seiles, das um die Walze gelegt ist. Dieses wird mit der Kraft $\frac{P\Delta x}{r}$ an die Walze gedrückt. Der Reibungswiderstand in dem Stück Δx beträgt also $\frac{\mu P \Delta x}{r}$. Hinter dem Stück Δx herrscht nur mehr die Zugkraft $P\left(1-\frac{\mu\Delta x}{r}\right)$, hinter dem nächsten Seilabschnitt Δx bleibt nur mehr die Spannung $P\left(1-\frac{\mu\Delta x}{r}\right)^2$ übrig usw. Der zum Winkel φ gehörige Bogen soll n Stücke Δx enthalten. Also $n \cdot \Delta x = r\varphi$. Dann ist $Q = P\left(1-\frac{\mu\Delta x}{r}\right)^{\frac{r\varphi}{\Delta x}}$, welcher Ausdruck für den Grenzübergang $\Delta x = 0$ zu $Q = Pe^{-\mu\varphi}$ wird. Daraus sieht man, daß Q/P unabhängig von r ist. Die Formel findet bei der Berechnung von Seil- und Riementransmissionen Anwendung.

Der Stoff ist sehr geeignet zur Behandlung in den Schülerübungen. Man kann dabei etwa folgendermaßen vorgehen. Zunächst wird ähnlich wie bei HAHN l. c. die Abhängigkeit des Q/P von φ untersucht und ein Diagramm mit φ als Abscisse,

log Q/P als Ordinate gezeichnet. Es wird nun die Unabhängigkeit des Q/P untersucht und die Formel abgeleitet. Weiterhin wird der Nachweis erbracht, daß Q/P unabhängig von r ist. Dazu verwendet man am besten einen Holzkörper, der die Form einer Stufenscheibe hat[1]. Schließlich wird man noch den Reibungskoeffizienten aus einem Versuch berechnen lassen. Um den Wert kontrollieren zu können, ersetzt man zweckmäßig die Schnur durch einen Streifen Papier und bestimmt dann den Reibungskoeffizienten des Holzes auf dem gleichen Papier aus dem Reibungswinkel. Ein derartiger Versuch ergab für μ aus der Umschlingung eines Zylinders 0,274, aus dem Reibungswinkel 0,259.

Man kann die Zwischenfrage stellen, welcher Zusammenhang zwischen den Größen P, Q nnd Q' besteht, wobei Q' den größten Zug bedeutet, welcher gerade noch der Kraft P das Gleichgewicht zu halten vermag. Der Zusammenhang $P = Q \cdot Q'$ kann vom Schüler rechnerisch und durch Versuch behandelt werden. Dadurch ist der Übergang gegeben zu der Betrachtungsweise GRIMSEHLS in seinem Aufsatz „Die Kraftübertragung durch den Flaschenzug unter Berücksichtigung der Reibung", diese Zeitschrift **16**, 65, 1903, der ebenfalls, wie der Verfasser bemerkt, zur Verwendung in den Schülerübungen sehr geeignet ist.

Über ein neues Demonstrationsgalvanometer für den Unterricht.

Von Dr. **Ludwig Bergmann** in Breslau.

Im modernen Physikunterricht ist ein gutes Demonstrationsgalvanometer, das sich gleichzeitig auch als Amperemeter und Voltmeter verwenden läßt, ein unentbehrliches Instrument. Von verschiedenen Firmen sind daher derartige Instrumente auf den Markt gebracht worden. Dieselben sind meistens so gebaut, daß der Zeiger des Instrumentes hinreichend groß ausgeführt ist und über einer großen, gut sichtbaren Skala spielt. Mit Rücksicht auf die Empfindlichkeit und gute Einstellgenauigkeit des Instrumentes ist man aber dabei von vornherein an gewisse Grenzen gebunden. Das größte mir bekannte Demonstrationsgalvanometer ist ein Instrument mit einer Zeigerlänge von etwa 300 mm und einer Skala von etwa 400 × 100 mm Größe. Die Empfindlichkeit beträgt 5 Milliamp. pro Skalenteil. Derartige Instrumente haben aber neben dem Nachteil einer gewissen Unempfindlichkeit die weiteren Nachteile, daß sie von entfernteren Plätzen eines größeren Hörsaales schon nicht mehr deutlich gesehen werden, daß der Vortragende das Instrument selbst nur sehr schlecht ablesen kann und zu diesem Zweck hinter das Instrument treten muß, um die Zeigerstellung ohne Parallaxe zu beobachten, wobei sich insbesondere dann Schwierigkeiten ergeben, wenn der Vortragende noch irgendwelche experimentellen Handgriffe auszuführen hat. Als weiterer Nachteil kommt noch hinzu, daß derartig groß ausgeführte Instrumente immer einen Teil des Experimentier-

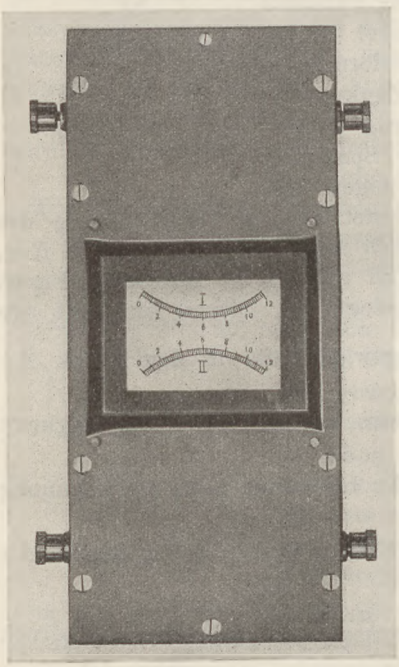


Fig. 1.

[1] Besonders überraschend wirkt es, wenn man die Schnur über ein unregelmäßiges, aber nicht allzu kantiges Holzscheit legt und auch hier das Verhältnis Q/P gleich dem bei einem Zylinder findet.

tisches bezw. der dahinter liegenden Tafel verdecken. Diese Wegnahme von Platz wird besonders dann störend, wenn man womöglich gleichzeitig zwei Instrumente, etwa ein Volt- und ein Amperemeter, gebraucht.

Ich habe daher versucht, ein einfaches Projektionsgalvanometer herzustellen, das die oben angeführten Mängel nicht besitzt. Es ist in der Fig. 1 in der Ansicht dargestellt. In den länglichen, schmalen Holzkasten sind zwei Drehspulmeßsysteme eingebaut, die mir von der Nadir-Abteilung der Deuta-Werke, Berlin-Wilmersdorf, Babelsbergerstr. 42 geliefert wurden. Die beiden Meßwerke stammen aus guten dosenförmigen Milliamperemetern. Die Empfindlichkeit eines jeden Meßwerkes beträgt bei einer 60teiligen Skala $5 \cdot 10^{-5}$ Amp. pro Skalenteil, also 3 Milliamp. über die ganze Skala. Der Eigenwiderstand eines jeden Systems beträgt 20 Ohm. Die einander zugekehrten Zeiger der beiden Instrumente spielen über zwei als Diapositiv ausgeführten Skalen, wie auch aus der Fig. 1 deutlich zu ersehen ist. Die Größe der beiden Skalen zusammen, also die zu projizierende Fläche, beträgt 65/45 mm, so daß das Instrument mit jedem beliebigen Projektionsapparat auf eine Projektionswand in beliebiger Größe projiziert werden kann. Dort sind dann die beiden Skalen mit den Zeigern sowohl für das ganze Auditorium als auch für den Vortragenden gut sichtbar. Dabei nimmt das Instrument auf dem Experimentiertisch keinen Platz in Anspruch. Vom Instrument führen lediglich zwei verdrillte Doppellitzen zu den Anschlußstellen am Tisch. Außer als Galvanometer lassen sich die beiden Meßwerke auch als Volt- und Amperemeter durch Benutzung von entsprechenden Vor- und Nebenschlußwiderständen gebrauchen. Diese sind in getrennten Kästchen untergebracht und gestatten, folgende Meßbereiche einzustellen: 0—0,012, 0—0,12, 0—1,2, 0—12 Amp. und 0—12, 0—120, 0—240, 0 – 480 Volt.

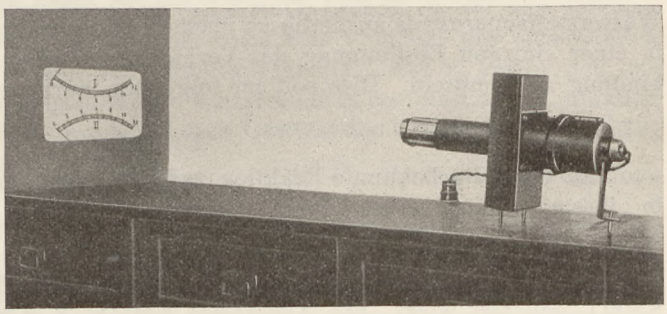


Fig. 2.

Für diejenigen Stellen, wo kein Projektionsapparat zur Verfügung steht, läßt sich an dem Instrument jederzeit leicht eine einfache Projektionseinrichtung anbringen, wie dies in der Ausführung Fig. 2 geschehen ist. An der Vorderseite des Instrumentenkastens ist mittels eines Tubusrohres ein einfaches Projektionsobjektiv befestigt, an der Rückseite befindet sich ein zweilinsiger Kondensor und das Gehäuse mit der Beleuchtungslampe. Als solche wurde mit ausgezeichnetem Erfolge eine kleine niedervoltige Osram-Azolampe (6 Volt etwa 5 Amp.) verwendet, die ein hinreichend helles und scharfes Bild lieferte, so daß in den meisten Fällen eine Verdunkelung des Hörsaales überhaupt nicht nötig war.

Das in dieser Weise ausgeführte Instrument hat also die folgenden Vorteile. Die beiden Skalen mit den Zeigern lassen sich beliebig groß projizieren, sie sind sowohl für den Zuhörer wie für den Vortragenden gleich gut sichtbar, ohne daß dabei irgendwelcher Platz auf dem Hörsaaltisch verdeckt wird. Ein Ablesefehler infolge seitlicher Betrachtung, wie er sich bei den älteren Demonstrationsinstrumenten sehr oft ergibt, kommt in Wegfall. Die Empfindlichkeit und Einstellgenauigkeit ist durch Verwendung guter Drehspulsysteme ausgezeichnet. In dem Instrument sind zwei voneinander unabhängige Meßsysteme eingebaut, die sowohl als Galvanometer als auch als Volt- und Amperemeter gleichzeitig benutzt werden können. Dies ist für viele Versuche — ich erwähne nur die Aufnahme von Charakteristiken, die Messung

elektrischer Gleichstromleistungen usw. — von sehr großem Vorteil. Zum Schlusse soll nicht unerwähnt bleiben, daß das gesamte Instrument wesentlich weniger kostet als ein einzelnes Demonstrationgalvanometer der älteren Ausführung[1].

Eine einfache Methode zur gleichzeitigen quantitativen Bestimmung der Bestandteile des Wasserstoffsuperoxyds.

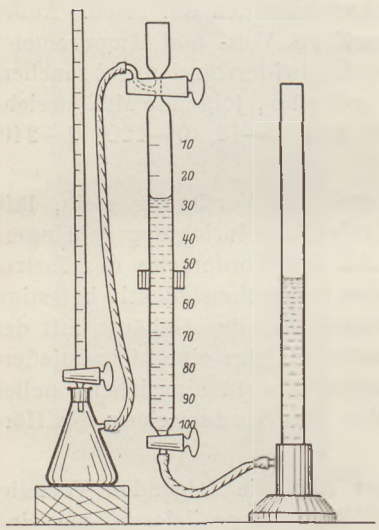
(Ein Beitrag zur Vorführung des Gesetzes der vielfachen Gewichtsverhältnisse.)

Von Dr. **Walfried Seeger** in Krems a. D. (Bundesoberrealschule).

Als Beispiel für das Gesetz der vielfachen Gewichtsverhältnisse soll das Verbindungspaar Wasser-Wasserstoffsuperoxyd herangezogen werden. Da das Verhältnis zwischen H und O im Wasser auf Grund der volumetrischen Synthese bekannt ist, handelt es sich nur noch darum, einen einfachen Weg zur Analyse des Wasserstoffsuperoxyds ausfindig zu machen, der gestattet, mit ein und derselben Probe in einer einzigen Bestimmung das Verhältnis zwischen H und O auch in dieser Verbindung zu ermitteln. Dies soll im folgenden kurz beschrieben werden.

Prinzip.

Es wird die bekannte Reaktion zwischen H_2O_2 und $KMnO_4$ zugrunde gelegt, die in ihrem Gesamtverlauf durch folgende Gleichung ausgedrückt wird: $2\,KMnO_4 + 3\,H_2SO_4 + 5\,H_2O_2 = K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 8\,H_2O + 5\,O_2$ oder einfacher $\boxed{H_2}\boxed{O_2 + O} = H_2O + O_2$, wobei der zur Oxydation des Wasserstoffs erforderliche Sauerstoff vom $KMnO_4$ geliefert wird. Ein Äquivalent $KMnO_4$ (8 g verfügbarer Sauerstoff im Liter) oxydiert 1 Äquivalent Wasserstoff (1,008 g), oder 1 ccm $^n/_{10}$ $KMnO_4$ entspricht 0,1008 mg bzw. 0,1008 : 0,089873 ccm Wasserstoff. Aus dem Verbrauch an Permanganat kann demnach unmittelbar der Wasserstoffgehalt des H_2O_2 errechnet werden. Gleichzeitig wird der gesamte im H_2O_2 vorhandene Sauerstoff, wie obige Gleichung zeigt, freigemacht.



Nachstehend soll nun beschrieben werden, auf welche Weise die Titration des Wasserstoffsuperoxyds mit der gleichzeitigen Messung des entwickelten Sauerstoffs verbunden werden kann, woraus sich dann das Volum-Verhältnis (oder umgerechnet das Gewichtsverhältnis) zwischen den beiden Bestandteilen ergibt. Daß man von der absoluten Menge des verwendeten H_2O_2 unabhängig ist, bietet einen weiteren Vorteil gegenüber der gesonderten Untersuchung.

Versuchsanordnung (siehe die Figur).

Als Reaktionsgefäß dient ein starkwandiger Filtrierkolben mit seitlichem Ansatzrohr (Erlenmeyer-Form) von etwa 300 ccm Inhalt. Auf diesem Kolben sitzt ein einfach durchbohrter Gummistöpsel, in den das Auslaufrohr einer 50 ccm fassenden Bürette eingelassen ist. Die Spitze des letzteren muß mindestens $^1/_2$ cm aus dem Stöpsel herausragen; das seitliche Ansatzrohr des Kolbens ist mittels eines Gummischlauches mit dem oberen Ansatzrohr einer 100 ccm fassenden Rischbieth-Bunteschen Gasbürette verbunden.

[1] Die Firma Nadir, Abteilung der Deuta-Werke, Berlin-Wilmersdorf, Babelsbergerstr. 42 hat sich bereit erklärt, bei genügender Nachfrage die Herstellung des beschriebenen Instrumentes zu übernehmen.

Ausführung des Versuches.

Im Kolben werden annähernd 2 ccm ungefähr 3%iger Wasserstoffsuperoxydlösung (um mit einer einzigen Füllung der Bürette auszukommen), ferner 20 ccm dest. Wasser und 20 ccm 25 bis 30%ige H_2SO_4 gemischt. Hierauf wird der Stopfen mit der gefüllten Bürette aufgesetzt und der Schlauch, wie oben angegeben, mit der Gasbürette verbunden. Dann wird bis zur bleibenden Rotfärbung titriert, wobei durch Senken des Niveaurohres für konstanten Druck gesorgt wird. Nach Beendigung der Titration wird das Reaktionsgefäß einige Zeit geschüttelt, um den noch gelösten Sauerstoff auszutreiben, wobei das Volumen in der Bürette merklich steigt. Sobald das Volumen nicht mehr zunimmt, ist der Versuch beendet, jedoch muß man noch 10 bis 15 Minuten warten, bis das durch die Handwärme und die chemische Reaktion erwärmte Reaktionsgefäß wieder Zimmertemperatur angenommen hat. Hierauf wird abgelesen.

Berechnung.

v_1 sei die Anzahl der verbrauchten ccm $^n/_{10}$ $KMnO_4$-Lösung, v_2 sei das Volumen des Sauerstoffs in der Gasbürette; $(v_2 - v_1)$ ist dann das Volumen des entwickelten Sauerstoffs. V_1 sei $v_2 - v_1$ auf 0^0 und 760 mm Hg reduziert. Aus v_1 ergibt sich das Volumen der entsprechenden oxydierten Menge Wasserstoff in ccm durch Multiplikation mit dem Faktor 0,1008 und Division durch das spez. Gewicht des Wasserstoffs 0,089873; der erhaltene Wert sei $V_2 = \frac{v_1 \times 0{,}1008}{0{,}089873}$. Dann ergibt $V_1 : V_2$ das Volumverhältnis des Sauerstoffs zum Wasserstoff im Wasserstoffsuperoxyd. Theoretisch muß dieses Verhältnis gleich 1 : 1 sein. Die gleiche Berechnung für Wasser ergibt bekanntlich 1 : 2; anstatt die Volumina zu vergleichen, kann man nach Umrechnung mit Hilfe der spez. Gewichte das Verhältnis auch in Gewichtseinheiten ausdrücken; man erhält dann für Wasserstoffsuperoxyd 1 : 16, für Wasser 1 : 8. Daraus folgen die einfachen Formeln HO bzw. H_2O.

Versuchsergebnisse.

Es seien zur Beurteilung der Genauigkeit der Methode die Resultate zweier Versuche mitgeteilt. Die zur Verwendung gelangende $^n/_{10}$ $KMnO_4$-Lösung wurde mit Na-Oxalat (SÖRENSEN) frisch eingestellt, auch wurde eine geeichte Bürette verwendet. Temperatur 15^0 C; Barometerstand 752 mm. Verwendete Menge 3%iger H_2O_2-Lösung: je etwa 2 ccm, mit der Pipette geschöpft.

Versuch I: $v_1 = 40{,}7$ ccm; $v_2 = 90{,}0$ ccm; $v_2 - v_1 = 49{,}3$ ccm; auf Normalbedingungen reduziert: $V_1 = 45{,}44$ ccm Sauerstoff.

$$V_2 = \frac{40{,}7 \times 0{,}1008}{0{,}089873} = 45{,}65 \text{ ccm Wasserstoff.}$$

Das Verhältnis zwischen O und H mithin gleich 1 : 1,005.

Versuch II: $v_1 = 40{,}9$ ccm; $v_2 = 90{,}4$ ccm; $v_2 - v_1 = 49{,}5$ ccm; auf Normalbedingungen reduziert: $V_1 = 45{,}62$ ccm Sauerstoff.

$$V_2 = \frac{40{,}9 \times 0{,}1008}{0{,}089873} = 45{,}87 \text{ ccm Wasserstoff.}$$

Das Verhältnis zwischen O und H beträgt 1 : 1,006.

Die Zeitdauer des Versuches beträgt, wenn alles vorbereitet ist, einschließlich der Berechnung etwa eine halbe Stunde. Die Genauigkeit einer mit den Hilfsmitteln des Schülerversuches ausgeführten Bestimmung wird allerdings geringer sein als die oben erreichte.

Zusammenfassung.

Der Versuch gestattet also, die gleichzeitige quantitative Bestimmung der Bestandteile des H_2O_2 vorzunehmen, und zwar volumetrisch-maßanalytisch, ohne auch nur eine Wägung auszuführen, ein Vorteil, der besonders für seine Verwendung im Demonstrations-Unterricht ins Gewicht fällt.

Die Dissoziation des Stickstoffoxyds.

Von Prof. Dr. **P. Rischbieth** in Hamburg.

Mit der Dissoziation des Stickstoffoxyds haben sich schon GAY-LUSSAC und BERTHELOT beschäftigt; aber erst V. MEYER und etwas später und unabhängig von ihm EMICH haben gefunden, daß das Stickoxyd durch einen weißglühenden Platindraht langsam in gleiche Raumteile Stickstoff und Sauerstoff zerfällt nach der Gleichung

$$2\,NO = N_2 + O_2.$$

Sehr leicht — ja geradezu spielend — erfolgt die Dissoziation des Stickoxyds, wenn man das Gas über Wasser in der Glühdrahtpipette[1] mit einem glühenden Platindraht in Berührung bringt. Die Reaktion beginnt schon bei Rotglut, indem das Gas sich bräunlich färbt. Offenbar wird der primär entstehende Sauerstoff sofort durch ein zweites Molekül Stickoxyd abgefangen unter Bildung von Stickstoffdioxyd, das sich im Sperrwasser löst. Die Zersetzung schreitet schnell vorwärts unter bedeutender Verringerung des Gasvolumens, wobei der Platindraht sich bis zur Weißglut erwärmt. Er soll daher, um Durchschmelzen zu vermeiden, mindestens 0,5 mm stark sein. Die bei der Bildung des Stickoxyds gebundene Energie fließt bei der Zerlegung in Wärmeform ab. In wenigen Minuten werden 100 ccm Stickoxyd vollständig zerlegt, wobei genau ein Viertel des Volumens des angewandten Stickoxyds an Stickstoff zurückbleibt. Der Vorgang kann durch folgende Gleichungen veranschaulicht werden:

$$\begin{array}{ll} \text{I} & 2\,NO = N_2 + O_2 \\ \text{II} & 2\,NO + O_2 = 2\,NO_2 \\ \hline & 4\,NO = N_2 + 2\,NO_2 \end{array}$$

4 Vol. 1 Vol.

$$2\,NO_2 + H_2O = HNO_3 + HNO_2 \text{ (im Sperrwasser gelöst).}$$

Zur Ausführung des Versuches mißt man 100 ccm reines aus Natriumnitrit, Schwefelsäure und Quecksilber entwickeltes Stickstoffoxyd in einer Gasbürette ab, führt es in die mit der Gasbürette verbundene Glühdrahtpipette und bringt den Platindraht zur hellen Rotglut. Sobald das vorübergehend gelblich gefärbte Gas wieder farblos geworden und keine weitere Volumenverringerung zu beobachten ist, wartet man noch kurze Zeit, bis der obere Teil der Pipette sich abgekühlt hat, und zieht den Gasrest durch Senken des Niveaurohres in die Bürette zurück.

	Bürettenstand	Volumen
Stickoxyd	0	100 4
Nach der Dissoziation	75	25 1

In dem zurückbleibenden Gase erlischt, nachdem man es in den teilweise mit Wasser gefüllten Trichteraufsatz der Bürette gedrückt hat, ein brennendes Zündholz sofort. Die Erklärung dafür, daß die Dissoziation über Wasser so leicht und schnell erfolgt, sehe ich darin, daß das Stickstoffdioxyd von dem Wasser aus dem Gasgemisch entfernt wird, so daß die Reaktion bald vollständig wird.

Das Experiment im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Von Oberstudienrat **R. Winderlich** in Oldenburg i. O.

Vor 38 Jahren hat WILBRAND in dieser Zeitschrift einen Aufsatz „Über die Stellung des Experiments im chemischen Unterricht“ veröffentlicht[2]. Der Kern, um den alle weiteren Gedanken dieser fruchtbaren Arbeit kristallisieren, ist der Satz: „Der Schüler soll beobachten lernen; **der suchende Gedanke** ist in den Vordergrund zu stellen. Das Experiment soll nur zeigen, ob er richtig

[1] Diese Zeitschr. **34**, S. 210 ff.; 1921.

[2] Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. (1889) **2**, 209 bis 222.

ist oder irrig, ob er auf rechtem oder falschem Wege fortschreitet." Dieser Grundsatz ist Allgemeingut jedes naturwissenschaftlichen Unterrichts geworden. Aber dieser Satz ist zu eng. Er umschließt nicht die anderen Möglichkeiten, von denen nur selten im Zusammenhange geredet worden ist. Als Alleinherrscher kann WILBRANDS Grundsatz vom Wesen des Experiments sogar zu bedenklichen Folgerungen führen; und er hat dazu geführt.

In einem viel gebrauchten Lehrbuche beginnt der Abschnitt über die Elektrolyse der Salzsäure mit den Worten: „Um zu erfahren, aus welchen Bestandteilen das Salzsäuregas zusammengesetzt ist, versuchen wir, in Wasser gelöstes Salzsäuregas durch einen elektrischen Strom zu zerlegen", während in einem früheren Paragraphen desselben Buches beim Wasser steht: „leichter erreichen wir die Zerlegung, indem wir einen elektrischen Strom durch Wasser führen, dem wir, um es besser leitend zu machen, etwas Schwefelsäure beigefügt haben". Also „der suchende Gedanke" läßt das eine Mal das Wasser unbeachtet und das andere Mal die Säure, wie es dem Verfasser des Buches gerade paßt. Das ist keine Logik, das ist Taschenspielerei.

Jeder Unterricht in einem wissenschaftlichen Fache hat 3 Hauptaufgaben zu lösen: 1. er soll das Denken entwickeln und üben, 2. er soll Kenntnisse und Fertigkeiten vermitteln, 3. er soll erziehen. Es ist durchaus folgerichtig und notwendig, daß auch die methodischen Hilfsmittel in den Dienst dieser 3 Aufgaben gestellt werden: auch **die Experimente des naturwissenschaftlichen Unterrichts,** ganz gleich welcher Art, ob Physik, Chemie oder Biologie, **haben das Denken zu schulen, Wissen und Können zu vermitteln, und zu erziehen.**

Wirkliches Beobachten ist scharf zu unterscheiden vom einfachen Wahrnehmen. Echtes Beobachten ist bereits ein Denken, denn es ist mit Urteilen verknüpft. Wenn am blauen Himmel in weißer Wolkenschrift das Wort „Persil" erscheint, so suchen wir einen **Zusammenhang** zwischen dieser Tatsache mit anderen uns bekannten Tatsachen. Selbst wenn wir das kleine Flugzeug in der Höhe nicht genau erkennen, so denken wir modernen Menschen doch, daß ein Flieger dort oben mit Rauch oder Nebel geschrieben hat. Ein primitiver Mensch, der keine Flugzeuge kennt, würde einen Dämon oder einen Gott als Ursache der seltsamen Erscheinung denken, wie es das Schäfermädchen tat, als neben ihm der Stuhl zur Erde fiel, den GAY-LUSSAC bei seiner Ballonfahrt am 16. September 1804 über Bord geworfen hatte, um höher zu steigen.

Wir suchen bei unseren Experimenten Zusammenhänge zu ermitteln. Warum kühlt und erfrischt uns ein Bad? Warum hört man so oft vom Erstickungstod in tiefen Brunnenschächten? Warum können wir trotz aller Mühen viele Unkräuter nicht aus unseren gut gepflegten Rasenplätzen ausrotten? Geeignete Versuche geben uns Aufschluß über die Verdunstungskälte, über die Eigenschaften des Kohlensäuregases, über die Flugschirme des Löwenzahns. **Ein Experiment ist gewollte Beobachtung,** bei der wir das induktive und das deduktive Denken üben und uns stets der Logik der Tatsachen fügen. Wir gehen aus vom Einzelfall und gelangen schließlich zu einem allgemeinen Gesetz (Weg der Induktion). Wir folgern aus bekannten Gesetzen, Theorien und Hypothesen auf besondere Einzelfälle, die wir experimentell durchprüfen (Weg der Deduktion). Das Experiment ist eine Frage an die Natur; um eine brauchbare Antwort zu erhalten, muß man vernünftig fragen, muß man alle Einzelheiten sorgfältig und richtig durchdenken.

Die Ergebnisse der wohldurchdachten Experimente bilden einen Schatz wertvollster Kenntnisse, die praktisch angewendet werden können. Wie legen wir eine Klingelleitung im Hause? Wie benutzen wir einen Gaskochherd? Wie entziehen wir Nahrungsmittelvorräte dem Einfluß der Fäulniserreger? Das sind praktisch bedeutsame Fragen, die jeder naturwissenschaftlich geübte Schüler leicht beantworten kann.

Erfolgreiches Experimentieren ist nur möglich bei größter Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit, bei peinlichster Sauberkeit und Ordnung, bei steter Aufmerksamkeit und bei Ausschluß aller Voreiligkeit im Denken und Handeln. **Diese Tugenden,** die in jeder Lebenslage für den einzelnen und für das Wohl der Gesamtheit vorteilhaft sind, **werden den Experimentierenden durch dauernde Gewöhnung anerzogen.**

Wilbrand hatte in seinem Grundsatz nur von dem logischen Wert der Versuche gesprochen, die Kenntniswerte und Erziehungswerte hatte er nicht berührt. Er hatte, wie schon erwähnt, auch nur eine Art von Experimenten berücksichtigt: **bestätigende Versuche,** die das Ende einer Gedankenreihe bilden. Aber wir müssen in Wahrheit 3 Arten von Experimenten unterscheiden: außer den bestätigenden Versuchen gibt es auch **grundlegende Versuche,** die den Anfang einer Gedankenreihe bilden, und 3. **erläuternde Versuche,** die als Ersatz für unausführbare Vorgänge eintreten. Die beiden ersten Arten sind vorwiegend forschender Natur, die dritte ist in erster Linie belehrend.

Der bestätigende Versuch ist die Probe, ob ein Gedankengang richtig ist oder falsch. Aus den Spiegelgesetzen folgern wir durch Zeichnung und Rechnung die Größe und Lage der Bilder bei einem Hohlspiegel; die anschließenden Versuche bestätigen die Aussage. Aus der Gewichtsabnahme des Kalksteins und des Magnesits beim Brennen schließen wir auf das Entweichen eines unsichtbaren Stoffes; Versuche in Probierröhren mit vorgelegten Flüssigkeiten bestätigen die Annahme und führen zum Auffinden des Kohlensäuregases. Das Süßwerden eines lange gekauten Brotbissens legt den Gedanken nahe, daß die Stärke des Brotes durch den Speichel verzuckert wird; ein Verdauungsversuch im Probierglas mit frischem Speichel bestätigt die Erwartung. Die Zahl der bestätigenden Versuche ist sehr groß. Auf ihre sachgemäße Ausgestaltung ist die Hauptarbeit der Methodiker verwendet worden.

Die grundlegenden Versuche standen bei den meisten Methodikern in Ungnade. Diese Mißachtung wurde zuweilen verhängnisvoll, weil sich mancher bemühte, dort logische Gedankenzusammenhänge zu konstruieren, wo keine vorhanden sind. In seinen „Lebenslinien" hat Wilhelm Ostwald erzählt, wie geringen Wert er bei seiner Lehrtätigkeit dem Feststellen erwarteter Ergebnisse beigemessen hat: „Ich empfand sehr lebhaft die Gefahr . . . . . ., daß der Anfänger durch das häufige Eintreffen der durch jene Lehren ermöglichten Voraussagungen blind für Dinge werden könnte, die sich diesen nicht anpassen wollten". „Unerwartete Dinge sind oft viel wertvoller, denn sie deuten wie die Unebenheiten in der Rinde eines Baumes die Stellen an, wo demnächst eine Knospe hervorbrechen wird, die zu einem neuartigen Zweige der Wissenschaft heranwachsen kann"[1]. Auf der Schule wird es unter gewöhnlichen Umständen freilich nicht möglich sein, die unerwartet auftretenden Tatsachen in der Weise forschend anzugreifen, wie es in Ostwalds Laboratorium geschah. Aber hier ist die Gelegenheit, dem Unterricht einen wirklich wertvollen geschichtlichen Einschlag zu geben, indem man die Schüler zum Nacherleben der Gedanken begnadeter Forscher bringt.

Der thermoelektrische Grundversuch z. B. ist etwas vollkommen Neues, das aus keiner der bisher im Unterricht erwähnten Tatsachen erschlossen werden kann. Seebeck hatte sich die Frage vorgelegt, ob ein elektrischer Strom durch bloße Berührung zweier Metalle ohne Zwischenschicht eines feuchten Leiters entstehen könne. Seinem Scharfblick entging nicht die Verschiedenheit der Wirkung, wenn er die Metalle mit der Hand oder mit Glas oder Holz zusammendrückte[2]. In einem solchen Falle werden wir gut tun, ohne Umschweife das grundlegende Experiment vorzuführen oder vorführen zu lassen, um damit neue Gedankengänge beginnen zu können.

Ein berühmtes Beispiel der Chemie bildet die Entdeckung des Sauerstoffs durch Priestley. Es genügt, auf seine Worte zu verweisen: „Was mich mehr überraschte,

[1] Wilhelm Ostwald, Lebenslinien. Bd. 3, S. 123.
[2] Ostwald, Klassiker d. exakt. Wiss. Bd. 70.

als ich mit Worten richtig ausdrücken kann, war die Beobachtung, daß eine Kerze in dieser Luft mit einer auffallend lebhaften Flamme brannte“ [1].

Aus der Biologie erwähne ich als Beispiel den Synchronismus der Irismuskeln beider Augen. Der Versuch ist lächerlich einfach, aber ich weiß nicht, wie man ihn logisch einwandfrei vorbereiten kann. Ich gebe einfach den Auftrag, daß je zwei Schüler einander ansehen und abwechselnd das rechte und linke Auge mit der Hand bedecken, dann sehen alle, daß auch die Pupille reagiert, die nicht unmittelbar den Reiz der Dunkelheit oder Helligkeit empfängt.

Die genannten Versuche bilden wie tausend andere den Anfang von Gedankengängen, aber nicht den Schluß.

Neben den bestätigenden und den grundlegenden Versuchen kann der Unterricht erläuternde Modellversuche nicht ganz entbehren. Die Schiebersteuerung einer Dampfmaschine bleibt niemals unerwähnt, aber durch die Metallteile der kleinen Dampfmaschinen, die man laufen läßt, kann man nicht hindurchsehen. Da hilft man sich außer mit Zeichnungen auch mit durchsichtigen beweglichen Glasmodellen. Man erläutert durch ihre Bewegung die Vorgänge, die man nicht unmittelbar beobachten kann. All denen, die meinen, man dürfe als Lehrer nicht erläutern, sondern müsse die Schüler selbst erfinden lassen, allen denen möchte ich sagen, daß ich an so viel Genie unter der Jugend nicht glaube; es gibt Verwandte und Freunde, Bücher und Zeitschriften, die den vermeintlichen Genies auf die Sprünge helfen, wenn der Lehrer in Selbsttäuschung darauf verzichtet, etwas zu erläutern. Übrigens bekenne ich offen, daß auch ich noch niemels etwas erfunden habe.

Für die Chemie wähle ich als Beispiel die Metallnatur des Ammoniums. Es bereitet nicht nur den Schülern Schwierigkeiten, in den Ammonsalzen eine metallähnliche Verbindung anzunehmen. Die Annahme wird ihnen verständlicher durch Erzeugen des Ammoniumamalgams. Auch hierbei möchte ich nicht unterlassen, auf das Erstaunen des BERZELIUS hinzuweisen. Er schrieb in seiner Entdeckerfreude: „Wenn wir anführen, daß ein Metall unter unseren Augen in einer Flüssigkeit entstand, deren Bestandteile uns völlig bekannt und ihren Mengeverhältnissen nach beinahe bestimmt sind, so erzählen wir ein Mirakel, dem viele unserer Leser vielleicht mißtrauen werden. Wir selbst trauten anfänglich kaum unseren Sinnen, bis die Versuche, auf verschiedene Art gehörig wiederholt, schließlich jeden Zweifel ausschlossen“ [2]. Nach meiner bescheidenen Kenntnis von der Biologie des Menschen ist heute wie vor 120 Jahren dem Unverbildeten die Metallnatur des Ammoniums ein „Mirakel“. Das „Metall“ Ammonium können wir nicht herstellen, aber wir können es durch sein Amalgam anschaulich machen.

Für die Biologie verweise ich auf den Blutkreislauf. Wenn wir auch am herausgeschnittenen Froschherzen die rhythmische Tätigkeit der Herzmuskulatur zeigen und im Mikroskop das gleichmäßig rasche Strömen des Blutes in den Haargefäßen der Schwimmhaut eines Frosches oder des Flossensaums einer Kaulquappe beobachten lassen, so gibt doch erst ein Modellversuch anschauliche Auskunft darüber, wie das Aufhören des Pulses in den Kapillaren zustande kommt.

Unter den von mir genannten Experimenten sind einige **Schauversuche,** andere **Schülerübungsversuche.** Nach dem Überwinden der pädagogischen Kreidezeit kannte man eigentlich nur Schauversuche. Heute sind wir so weit, daß besonders eifrige Heißsporne die Schauversuche ganz verwerfen und nur die Eigentätigkeit der Schüler im Laboratorium gelten lassen wollen. Aber wir würden uns **ein belebendes Reizmittel** entgehen lassen, wenn wir die Schauversuche ganz in Acht und Bann täten. Die erstaunliche Tragfähigkeit eines kleinen geeigneten Elektromagneten verfehlt niemals die beabsichtigte Wirkung. Das blendende Verbrennen einer dicken Uhrfeder in reinem

[1] PRIESTLEY, „Experiments and observations on different kinds of air“. (London 1775) Vol. 2, p. 34.

[2] GEHLENS Journal für die Chemie, Physik und Mineralogie. (1808) 5, 482.

Sauerstoff bleibt dauernd im Gedächtnis. Die Raumgröße eines tiefen Atemzuges setzt alle in Verwunderung, und das Verwundern ist stets der Anfang wissenschaftlichen Denkens. Darum lasse man uns nicht auf Demonstrationsversuche verzichten. Nur wollen wir sie sparsam anwenden, damit die Empfänglichkeit nicht durch allzu häufige starke Reize abgestumpft wird. Wir haben zu unterrichten und nicht zu unterhalten.

Allgemein erstrebenswert sind die Schülerübungsversuche. Trotz aller Arbeit der Förderungsvereine[1] gibt es noch Gegner der Schülerversuche. Die einen bezweifeln das Können der Schüler, andere glauben nicht an die Verwertbarkeit, weil die Schüler doch nur spielen. Werden die Versuche richtig ausgewählt, dann bieten sie keine unüberwindlichen Schwierigkeiten und sind auch stets auswertbar. Das spezifische Gewicht einiger Stoffe zu bestimmen, Kupferoxyd durch Holzkohle zu reduzieren, Kohlensäuregas im Atem nachzuweisen, das sind doch kinderleichte Aufgaben, die überdies kaum Kosten verursachen. Aufgaben dieser Art erschließen den Schülern wichtige Gebiete, und es gibt solcher Aufgaben Hunderte, vielleicht Tausende.

Freilich sind den Schülerversuchen Grenzen gezogen durch den verfügbaren Raum, durch den Mangel an Mitteln, sowie durch Schwierigkeiten und Gefahren. Mit Röntgenstrahlen wird man die Jugend nicht arbeiten lassen, ebensowenig mit starken Giften, und das Herstellen feiner mikroskopischer Präparate ist eine besondere Kunst, die einen gelernten Fachmann erfordert. Gefahrmöglichkeiten müssen unbedingt beachtet werden. Es ist unzulässig, Schüler mit Kaliummetall arbeiten zu lassen. Trotzdem geschieht das nach den Vorschriften einiger Bücher. Da erinnere ich nur an Gay-Lussac, der am 3. Juni 1808 einen schweren Unfall durch Kalium erlitt. Er mußte von seinen Freunden, Alexander von Humboldt und Thénard, mit verbundenen Augen in seine Wohnung gebracht werden, er lag dort über einem Monat im Zweifel, ob er das Augenlicht behalten werde. Wer von den einseitigen Vorkämpfern der ausschließlichen Schülerarbeiten wird es wagen, Gesundheit und Leben seiner Zöglinge aufs Spiel zu setzen?

Die Grenzen der Experimente durch Schwierigkeiten und Gefahren sind für die Jugend, die uns anvertraut ist, nicht zu überwinden. Die Grenzen durch Raum und beschränkte Mittel sind etwas weiter zu stecken, wenn man grundsätzlich alle Versuche, mit Ausnahme der schwierigen und gefährlichen, durch Schüler vor der Klasse vorführen läßt. Dabei kann jeder Versuch gleichzeitig 2 oder 3mal ausgeführt werden, so daß im Laufe einiger Wochen sämtliche Schüler unter den kritischen Augen ihrer Kameraden sich betätigen müssen.

Völlig beseitigen kann man die Grenzen der Schulversuche nicht. Wenn gelegentlich behauptet wurde, es sei „ganz ausgeschlossen, daß man aus irgendeinem Buch irgendeine Tatsache lernen könne“[2], so war das eine rhetorische Übertreibung. Die Schule möchte ich sehen, in der die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum und in verschiedenen Medien gemessen wird, in der mit elementarem Fluor gearbeitet wird, oder das Atomgewicht und die Zerfallsgeschwindigkeit des Radiums bestimmt werden, in der die Schüler Heilsera nachprüfen oder Vererbungsversuche anstellen. Wir würden uns lächerlich machen, wenn wir behaupten wollten, in der Schule Versuche durchführen zu können, für die an den deutschen wissenschaftlichen Forschungsinstituten oft die Mittel fehlen. Es ist schon schwer genug für die Schüler, aus den vorliegenden Experimentalergebnissen der Forscher richtige Schlüsse zu ziehen. Als Beweis führe ich ein Buch über die Vererbungslehre an, das aus dem Unterricht hervorgegangen ist. In ihm wird auf Seite 31 ein „Schema aus gemeinsamer Arbeit der Klasse“ abgebildet, das bei Erbsen die grüne Farbe als dominant über Gelb angibt, während auf Seite 45 der richtige Satz steht „gelbkernig dominiert über grünkernig“. Wenn

[1] Dieser Aufsatz ist ein Vortrag, der auf der 30. Hauptversammlung des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts in Stuttgart gehalten wurde.

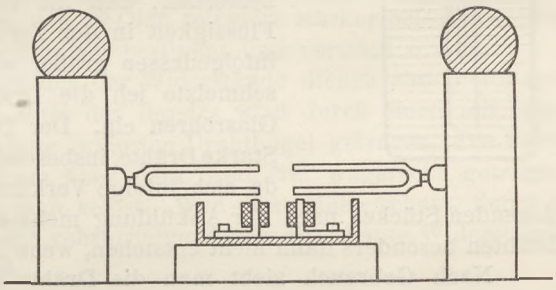
[2] L. Wunder, „Chemie“ (Hildesheim 1920) S. VII.

so etwas in einem Buche vorkommt, das als Muster gelten soll, dann wird man recht nachdenklich gestimmt.

Das Ergebnis dieser Nachdenklichkeit war bei mir die Überzeugung, die ich in folgende Sätze fasse: Ein Experiment ist nur dann gut, wenn es nicht bloß gelingt, sondern auch richtig ausgewertet wird. In dem Auswerten der Ergebnisse liegt die Hauptarbeit für Lehrer und Schüler; dabei wird ein Überladen des Unterrichts mit Experimenten keinen Nutzen, sondern lediglich Schaden bringen. Um ihres Erziehungswertes willen sind die Experimente soviel wie möglich durch Schüler auszuführen, dabei darf niemals die Rücksicht auf mögliche Gefahren außer acht gelassen werden.

Für die Praxis.

Die Vorführung von Schwebungen zweier Stimmgabeln. Von **P. Hanck** in Pasewalk. — Verbindet man einen Kopfhörer mit dem Eingangstransformator eines Zweifach-Niederfrequenzverstärkers, so wird bekanntlich der Ton einer dem Hörer genäherten Stimmgabel in einem Lautsprecher sehr stark wiedergegeben. Besonders geeignet erweist sich für diesen Versuch ein Feldtelephon, von dem man die Eisenmembran entfernt hat. Durch die Schwingungen der dicht vor dem Magneten befindlichen Stimmgabel werden in den Telephonspulen Induktionsströme erzeugt, die eine wechselnde Gitterspannung hervorrufen. Auch ein Hufeisenmagnet mit breiten Schenkeln, der durch Anschlagen in Schwingungen versetzt wird, ist für den Versuch brauchbar, die Wirkung ist hier meist noch besser als bei Verwendung von Stimmgabeln.

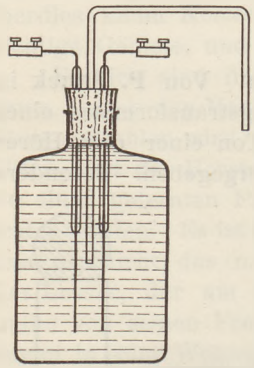


Nach diesem Verfahren kann man nun die Schwebungen zweier Stimmgabeln, die im allgemeinen ziemlich schwach sind, so sehr verstärken, daß sie auch in großen Räumen deutlich hörbar sind. Man stellt die Resonanzkästen so, daß die Stimmgabeln horizontal liegen, und beschwert sie, damit sie stabil stehen, mit einem $^1/_2$-kg-Stück. Sodann nähert man die Magnetpole des an den Verstärker angeschlossenen Telephons bis auf geringen Abstand den Stimmgabelzinken (Figur) und schlägt diese nach entsprechender Einstellung der Laufgewichte der einen Stimmgabel an. Man wird von der Lautstärke, mit der die Schwebungen auftreten, überrascht sein.

Die Ionisierung der Luft durch glühende Drähte. Von **P. Hanck** in Pasewalk. — Zur Einführung in die Theorie der Elektronenröhre zeigt man wohl, daß ein Draht bei Rotglut positive und bei Weißglut negative Ionen aussendet und weist diese Erscheinung durch die Entladung eines negativ bzw. positiv geladenen Elektroskops nach. Viel anschaulicher wirkt der Versuch nach meiner Meinung bei Verwendung zweier, möglichst gleicher Elektroskope, an denen man den Heizdraht vorbeiführt. Man lädt das eine negativ und das andere positiv und bringt den Draht zunächst auf Rotglut. Dann werden nur positive Ionen ausgesandt, die das erste Elektroskop entladen. Steigert man die Heizstromstärke, so treten auch negative Ionen aus, und der bis dahin unverändert gebliebene Ausschlag des zweiten Elektroskops geht sofort zurück. Lädt man die beiden Elektroskope umgekehrt, d. h. das erste positiv und das zweite negativ, so ändert sich auch die Reihenfolge des Rückgangs.

Ein einfaches Knallgasvoltameter. Von **P. Hanck** in Pasewalk. — Zu den beliebtesten Versuchen in Schülerübungen gehört die Bestimmung der Stromstärke mit Hilfe eines Knallgas- oder Wasserstoffvoltameters. Leider erfordet die Messung einen teuren, anderweitig nicht zu benutzenden Apparat, so daß ihre Ausführung in gleicher Front auf Schwierigkeiten stößt. Der hohe Preis wird durch die Platinelektroden und die graduierten Meßröhren bedingt. Ich suchte mich nun hiervon unabhängig zu machen und einen Apparat zu schaffen, der auch in einer größeren Anzahl von Exemplaren überall leicht hergestellt werden kann.

Man füllt eine Flasche von etwa 300 cm^3 Inhalt mit Kalilauge und verschließt sie mit einem dreifach durchbohrten Gummistopfen. Durch zwei Durchbohrungen führt man zwei Eisendrähte und durch die dritte ein zweimal rechtwinklig gebogenes Glasrohr. Läßt man den Strom durch die Zersetzungszelle gehen, so verdrängt das entwickelte Knallgas die Kalilauge. Wenn sie auszufließen beginnt, öffnet man den Strom, stellt einen Meßzylinder unter die Ausflußöffnung und schließt dann von neuem. Die aufgefangene Kalilauge gibt das Volumen des während der Beobachtungsdauer entwickelten Knallgases an. Bei der angegebenen Ausführung würde man nun allerdings bemerken, daß die Stromstärke ständig abnimmt, weil die Flüssigkeit in der Zersetzungszelle sinkt und der Widerstand infolgedessen größer wird. Um diesen Fehler auszuschließen, schmelzte ich die Drähte, wie aus der Figur ersichtlich, in Glasröhren ein. Der Durchmesser der Drähte betrug 1,2 mm. Starke Drähte, insbesondere Stricknadeln, sind nicht zu empfehlen, da sich infolge Verkürzung des zwischen den Einschmelzstellen liegenden Stückes nach der Abkühlung meist kleine Sprünge bilden, die bei dünneren Drähten besonders dann nicht entstehen, wenn diese nicht ganz gerade gestreckt waren.



Nach Gebrauch zieht man die Drähte am besten so weit aus der Flüssigkeit heraus, daß die Glasröhren nicht mehr eintauchen. Auch bei sorgfältiger Ausführung wird nämlich an den Einschmelzstellen die Kalilauge durch winzige Undichtigkeiten in die Röhre dringen. Ebenso empfiehlt es sich, nach Beendigung des Versuches einen Teil der Lauge auszugießen, damit der Gummistopfen nicht davon berührt wird.

Die von dem Abstand der Elektroden und der Konzentration der Kalilauge abhängige Stromstärke beträgt bei Verwendung einer zweizelligen Akkumulatorenbatterie 0,5 bis 1 Amp. Sie kann vergrößert werden durch kleine Eisenbleche von einigen cm^2, die man an die Elektroden lötet. In dieser Form ist der Apparat auch zur Entwicklung von Knallgas für chemische Versuche geeignet.

Die Ausführung des Knallgasvoltameters ist also außerordentlich einfach, sie kann natürlich nicht mit einer der vielen bekannten Arten in Wettbewerb treten, aber in Schülerübungen halte ich sie für durchaus brauchbar, und ich hoffe, daß der Apparat hier von Nutzen sein wird.

Einfache Reinigung des Quecksilbers aus dem Quecksilberunterbrecher des Funkeninduktors. Von **J. Roth** in Jägerndorf (Č.S.R.). — Zur Demonstration der Erstarrung von Quecksilber im Gemisch von fester Kohlensäure und Äther oder in flüssiger Luft verwende ich das verschlammte Quecksilber, das nach Gebrauch des Funkeninduktors im Unterbrecher der Reinigung harrt. Das erstarrende Quecksilber drückt den Schlamm nach außen, und dieser kann — solange das Quecksilber fest ist — leicht mit einem Tuche weggewischt werden. Der Äther des Kohlensäure-Äthergemisches wirkt bei der Reinigung des Schlammes mit. — Es empfiehlt sich, vor jeder Reinigung das Quecksilber von dem darüberstehenden Petroleum mit dem Scheidetrichter zu trennen.

Billige Widerstände. Mitteilung der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht.

Nach langjährigen guten Erfahrungen mit den Widerstandsbändern von C. Schniewindt G. m. b. H. in Neuenrade i. W. hat die Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht mit der genannten Firma vereinbart, daß sie die nachfolgenden Bänder, Gewebe von Asbest und Widerstandsdraht, vorrätig hält und zu den beigesetzten Preisen einzeln abgibt. Die eingeklammerte Zahl gibt die drahtdurchwebte, die andere die ganze Länge an.

2200	Ohm	100	mm	breit	0,42 (0,37)	m	lang	RM 1.25
1100	„	100	„	„	0,42 (0,37)	„	„	„ 1.20
550	„	100	„	„	0,42 (0,37)	„	„	„ 1.15
220	„	100	„	„	0,60 (0,55)	„	„	„ 1.10
110	„	100	„	„	0,60 (0,55)	„	„	„ 1.15
55	„	100	„	„	0,60 (0,55)	„	„	„ 1.50
82	„	100	„	„	0,56 (0.55)	„	„	„ 1.25
5-Ohmplatte		$^1/_2 + 1 + 1^1/_2 + 2$ Ohm						„ 1.70

Die ersten 6 Widerstände sind so bemessen, daß sie dauernden Anschluß an 220 Volt vertragen. Der Widerstand 82 Ohm hat eine Abzweigung bei 64 Ohm. Er dient als Vorschaltwiderstand der Osrampunktlichtlampe für 2 Amp., die bei gewissen optischen Versuchen durch Kurzschließen von 18 Ohm zeitweise stärker belastet werden darf. Die 5-Ohmplatte ist für Schülerübungen bestimmt und verträgt 6 Amp.

Die nur Asbest enthaltenden Endränder der Widerstände dienen zum Befestigen der Bänder an einem Grundbrett. Die Mitte des Bandes wird durch einen mit Glasperlen, Glasröhrchen oder Asbestbewicklung isolierten Drahtbügel getragen. Die Platte wird von seitlichen Leisten in 1 bis 2 cm über dem Brett frei wagerecht getragen. Diesen Einbau der Widerstände macht man selbst. Wer diese Mühe scheut, findet in der Liste der Schniewindt-G. m. b. H. auch rohrförmige, fertig eingebaute Widerstände, die durch Drehknopf veränderlich sind.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Zur Verbilligung physikalischer Lehrmittel durch Benutzung von Spielzeug und Haushaltapparaten. Von F. KOERBER in Berlin-Lichterfelde.

GRIMSEHL hat vor längerer Zeit bereits den Gedanken ausgeführt, unter Benutzung billiger Spielsachen durch kleine Abänderungen daran brauchbare physikalische Lehrmittel zu gewinnen. Sein Wurfapparat, der die Eurekapistole mit etwas geänderten Pfeilen benutzt, sowie seine Demonstration der Rückwirkung der Eisenbahn auf die Schienen mit Hilfe einer Spiellokomotive auf drehbar angeordnetem Schienenring dürften allgemein bekannt sein. Übrigens ist die Spieleisenbahn auch gut dazu geeignet, noch zu anderen physikalisch lehrreichen Beobachtungen anzuregen. Außer dem Richtungsbeharrungsvermögen, das sich durch die häufigen Entgleisungen in den Kurven zu erkennen gibt, tritt auch die Bedeutung der Reibung deutlich in Erscheinung. Vermag die Lokomotive den Zug nicht zu ziehen, so daß sich die Räder derselben an Ort und Stelle drehen, so kann man oft nicht nur durch Abhängen von Wagen die Fortbewegung erreichen, sondern statt dieser Maßnahme durch Belastung der Lokomotive mit einem Stein geeigneter Schwere die Reibung so vermehren, daß nun der ganze Zug befördert wird. Wir haben dann das Analogon zu den besonders schwer zu bauenden Gebirgsbahnlokomotiven und erkennen, daß die im technischen Betrieb übliche Bezeichnung gewöhnlicher Eisenbahnen als „Adhäsionsbahnen" irreführend ist.

Schauen wir uns unter anderen Spielsachen der Gegenwart um, so bieten zunächst die modernen Baukästen aus Holz (MATADOR) oder Metall (MÄRKLIN, WALTHERS „Stabil-") den Schulkindern der verschiedenen Altersstufen entsprechende, sehr lehrreiche Betätigungen im Aufbau einfacher Maschinen. Das Hebelgesetz in allen seinen Anwendungen, die Verwendung von Schrauben und Gegenschrauben, die in der Technik üblichen Benennungen und schließlich auch der Aufbau nach einfachen technischen Zeichnungen gehen bei diesen vortrefflichen Spielen dem Jungen in Fleisch und Blut über. Ein älterer Schüler kann mit den aus Metallbaukästen mit einiger Sorgfalt zusammengesetzten Modellen direkt für die Schulsammlung wertvolle Lehrmittel schaffen, die kein Mechaniker für einen so niedrigen Preis zu liefern vermag. Ich besitze z. B. einen aus einem Teil des Materials

von WALTERS Stabilbaukasten Nr. 50 erstellten Hebebock mit Flaschenzug und Bandbremse, der unmittelbar einer Lehrmittelsammlung einverleibt werden könnte und zum Abbau zu schade ist. Die Materialkosten betragen noch längst nicht 9 RM, da noch viel Material für andere Verwendung übrig ist.

Weiter bieten die verschiedenen Kreisel der Spielwarengeschäfte Gelegenheit zu vielerlei dankbaren Studien. Der altbekannte Brummkreisel zeigt insbesondere die Wirkung der Zentrifugalkraft, er ist gewissermaßen ein kleines Modell der Zentrifugalluftpumpe der Berliner Rohrpost. Ziemlich neu und äußerst praktisch ist die „Blitz"-Aufziehvorrichtung, mit der er und viele andere Kreisel jetzt geliefert werden. An Stelle der Aufziehschnur dient ein Stab, der beim bloßen Herabstoßen einer ihn umfassenden Schneckenführung eine schnelle Umdrehung erfährt und beim Aufsetzen auf die Kreiselachse auf diesen überträgt. Unter den sonstigen „Blitz"-Kreiseln ist besonders vielseitig verwendbar der unter der Marke „Märklin Nr. 9081 G" erhältliche Flugkreisel[1], der innerhalb eines Radkranzes sechs schräg gestellte Flugflächen zeigt, so daß er sich bei kräftigem Antrieb mehr oder weniger hoch in die Luft erhebt. Bei sanfterem Antrieb bleibt er auf harter und glatter Unterlage lange Zeit in Drehung. Was ihn als physikalisches Lehrmittel wertvoll macht, ist der Umstand, daß seine Achse etwas nach oben verlängert ist, so daß man alle Arten von Farbenscheiben auflegen kann und alle von HELMHOLTZ in der physiologischen Optik beschriebenen Farbenmischungsversuche bequem auszuführen in der Lage ist. Auch Studien über OSTWALDs Farbenlehre und besonders über stroboskopische Effekte bei intermittierendem Licht sind sehr dankbare Anwendungen dieses Kreisels. Bei Wechselstromanschluß genügt schon einfache Glühlampenbeleuchtung, um bei Abnahme der Drehgeschwindigkeit bald scheinbaren Stillstand, bald langsame Vorwärts- oder Rückwärtsdrehung eines sternförmigen Schattengebildes mit 6 oder 12 dunklen Strahlen wahrzunehmen. Deutlicher zeigen sich die für einen Neuling höchst überraschenden Phänomene, wenn eine Kartonscheibe mit mehreren, auf konzentrischen Kreisen in wechselnden Bogenabständen aufgetragenen Markierungen aufgelegt und die Beleuchtung durch eine Glimmlampe bewirkt wird. Wenn kein Wechselstrom zur Verfügung steht, läßt sich das intermittierende Licht durch Induktor und GEISSLER-Röhre erzeugen.

Für langsamere Drehungen mit meßbarer Umdrehungszahl benutzt man am besten eine amerikanische Bohrmaschine oder eine kleine Schleifmaschine, wie sie für wenige Mark in Eisenhandlungen käuflich sind. Diese Maschinchen haben Zahnradübersetzung, so daß man die Drehzahl leicht konstant erhalten und messen kann, wenn die Kurbel nach dem Takt eines Pendels gedreht wird. So läßt sich die Periodenzahl eines Wechselstroms mit Benutzung einer Samojloffschen, stroboskopischen Scheibe bequem bestimmen. Zeigt die Beobachtung z. B., daß bei einer Umdrehungszahl der Scheibe von einer Fünftelsekunde der mit 20 schwarzen Sektoren versehene Kreisring still zu stehen scheint, so beträgt die Zwischenzeit zwischen zwei Maxima der Helligkeit ein Zwanzigstel der Umdrehungsdauer, also eine Hundertstelsekunde, was bei dem zweimaligen Strommaximum während jeder Periode einem Wechselstrom von 50 Perioden entspricht.

Daß sich die genannten Vorrichtungen zur langsameren und meßbaren Drehung von Achsen und aufgesetzten Scheiben auch zu vielerlei anderen Versuchen benutzen lassen, z. B. beim Plateauschen Versuch, bei selbstgefertigten Lochsirenen und bei mancherlei optischen Täuschungen (scheinbar rollende Kreise usw.), ist selbstverständlich.

Wenden wir unseren Blick nun auf die verschiedenen Apparate und Maschinen, die wir in Haushaltungen vorfinden, so zeigt sich auch da so manches, was für den Unterricht verwendbar ist. An erster Stelle ist das Fahrrad zu nennen. Sicherlich wird es kein Physiklehrer verabsäumen, bei der Behandlung des Beharrungsvermögens die Schüler auf ihre bei der Benutzung des Fahrrads gemachten Erfahrungen hinzuweisen. Aber auch bei anderen Gelegenheiten empfiehlt sich die Bezugnahme auf das Fahrrad. Beim DOPPLERschen Prinzip z. B. mag man darauf aufmerksam machen, daß es akustisch durch Radfahrer leicht bestätigt werden kann. Wenn zwei Radler, sich begegnend, schnell aneinander vorüberfahren, so wechselt die Relativgeschwindigkeit von 10 bis 15 m plötzlich das Vorzeichen und ein Tonsignal, das der eine von ihnen dauernd erklingen läßt, zeigt für den anderen deutlich die Abnahme der Tonhöhe im Momente der Begegnung. — Auch ein einzelnes, altes, zu seinem ursprünglichen Gebrauch nicht mehr dienliches Rad gestattet noch verschiedene Verwendungen im Unterricht, namentlich wenn die Felge nach Entfernung der Gummibereifung mit einem beschwerenden Material (Gips oder Blei) ausgefüllt wurde. Keilt man ein solches Rad auf eine eiserne Achse auf und spannt letztere in einen Schraubstock ein, so läßt sich auf dem Radkranz ein berußter Papierstreifen anbringen, auf dem durch eine Stimmgabel mit Schreibfeder schöne Schwingungskurven aufgezeichnet werden, die eine recht genaue Ermittlung der Schwingungszahl gestatten, wenn das Rad nach dem Tempo eines Pendels gedreht wurde. Hält man dagegen die Achse des gedrehten Rades frei in der Hand, so zeigt sich bei dem Versuch, ihr eine andere Richtung aufzuzwingen, sehr deutlich die der beabsichtigten Bewegung ausbiegende Ablenkung. Legt man endlich die Achse des Rades in eine Schnur-Schlinge und balanciert das Radgewicht durch ein entsprechendes Gegengewicht auf der anderen Seite der Schlinge aus, so hat man einen guten Ersatz für den teuren FESSELschen Rotationsapparat. Auch auf der

[1] Preis 1,40 RM bei Keilich, Berlin C.

PRANDTLschen Scheibe lassen sich interessante Versuche mit dem gedrehten und freihändig gehaltenen Rade anstellen.

Die täglich weitere Fortschritte machende Einführung elektrischer Apparate in den Haushalt legt den Gedanken nahe, auch diese meist leicht transportablen Instrumente für den Unterricht nutzbar zu machen. Die jetzt massenhaft in den Handel gekommenen „Heizsonnen" z. B. bieten einen billigen Ersatz für die PICTETschen Wärmespiegel und werden gewiß gern von Schülern geliehen, so daß man in der Sammlung den Raum sparen kann.

Kann man zwei solcher Sonnen beschaffen, so lassen sich alle die bekannten Versuche über Wärmestrahlung sehr bequem ausführen. Während man früher in dem Körbchen des einen PICTET-Spiegels eine Glühkohle kräftig mit dem Blasebalg anfachen mußte, um sie längere Zeit als dunkle Wärmequelle benutzen zu können, genügt jetzt der Anschluß einer „Sonne" an den Starkstrom, um sehr intensive Wirkung zu erhalten. Stellt man in einigem Abstand die zweite Sonne nach Entfernung des Strahlkörpers der ersten gegenüber, so zeigt sich mit Hilfe des Farbenthermoskops von REBENSTORFF (Cu-Hg-J oder Ag-Hg-J) im Augenblick die Reflexion und Vereinigung der Wärmestrahlen im Brennpunkt und beim Zwischenschieben einer größeren Spiegelglasscheibe die Absorption derselben durch Glas. Der durch Glas erzeugte Wärmeschatten ebenso wie die Durchlässigkeit einer dünnen Hartgummischeibe läßt sich (am besten nach DANNEBERGs schöner Methode mit dem Zinksulfidschirm)[1] auch schon mit nur einer Elektrosonne trefflich demonstrieren.

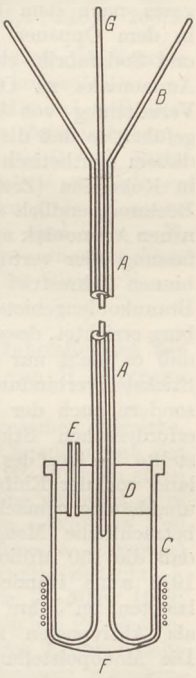
Elektrosonnen geben zudem Gelegenheit, auch die optische Wirkung der Konkav- und Konvexspiegel (umgekehrte, reelle bzw. aufrechte virtuelle Bilder von Gegenständen) zu beobachten. Bei dem Versuch, vergrößerte Bilder von Glühlampen zu zeigen, tritt allerdings die optische Unzulänglichkeit solcher, nicht durch Schliff erzeugter Spiegel deutlich zutage.

Ein sog. Föhn, der als Haartrocknungsapparat in vielen Haushaltungen zu finden ist und sicherlich von einem Schüler gern einmal zur Schule mitgebracht wird, kann natürlich in vielen Fällen an Stelle eines anderen Gebläses mit Vorteil benutzt werden, namentlich wenn ein Verbindungsstück mit einem engen Ausflußrohr vorrätig ist, das beim Zusammenbau von Apparaten sich auch sonst als nützlich erweist. Bei senkrecht nach oben gerichteter Ausströmungsöffnung des Föhnapparats bleibt ein kleiner Zelluloidball in geringem Abstande vor der Öffnung zitternd auf dem Luftstrom in der Schwebe. Der schwebende Ball wird übrigens auch von einem kleinen Spielzeug demonstriert, bei dem der Luftstrom durch einfaches Blasen erzeugt wird und eine Drahtspirale zum Auffangen des Balls beim Nachlassen des Blasens dient. Es handelt sich hier natürlich nicht um statisches, sondern dynamisches Gleichgewicht zwischen der Schwere des Balls und dem Auftrieb durch den Wind. Der Versuch erinnert an das Verhalten eines Wassertropfens auf heißer Platte oder flüssiger Luft auf dem Tisch (LEIDENFROSTsches Phänomen), wobei ja auch eine nach oben drückende Gasschicht der Schwere des Tropfens entgegenwirkt.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, daß sich im physikalischen Unterricht viele Versuche durch Benutzung leicht zugänglicher Hilfsmittel ebensogut ohne besondere Kosten anstellen lassen, als mit Hilfe besonderer, dafür eigens konstruierter, teurer Apparate. Für Mitteilung weiterer Beispiele aus dem Kreise unserer Leser würde der Verfasser dieser Zeilen dankbar sein.

Ein sparsames Quecksilberfilter. Von H. HERMANN in Tübingen.

Das in der Figur dargestellte Filter hat den Zweck, große Filterfläche und große Druckhöhe mit kleinem Rauminhalt zu vereinigen, damit das in kleinen Verhältnissen unangenehme Zurückbleiben einer merklichen Quecksilbermenge im Filterrohr vermieden und dennoch rasches Filtrieren erreicht wird.



An das Barometerrohr *A*, für das die engste übliche Art gewählt wird, ist oben der Trichter *B*, unten die Erweiterung *C* angesetzt. Letztere ist durch den Kork *D* versteift; das Glasröhrchen *E* dient zum „Verblasen" bei der Anfertigung. Der zum Festhalten des Filterleders *F* dienende Bindfaden muß zuerst einige Zeit unter kräftiger Belastung gestreckt worden sein und auch unter gleichmäßiger Zugspannung aufgewickelt werden. Nach der Erfahrung des Verf. hält er dann bei einem Filterdurchmesser von 4 cm, ohne die Zugabe für das Umlegen gemessen, noch einem Überdruck von mehr als einer Atmosphäre stand. Das Filterleder, gewöhnliches weißes Handschuhleder, wurde bei diesem Durchmesser mit 85 cm Quecksilbersäule benutzt, ohne zu reißen. Sollte jedoch einmal bei schwächerem Leder eine kleinere Druckhöhe erwünscht sein, so braucht man das Rohr *A* nicht zu verkürzen. Vielmehr läßt sich mit Hilfe des Nickel- oder Nirostadrahtes *G*, welcher im Rohr *A* steckt, die Druckhöhe beliebig einstellen.

Füllt man Quecksilber in *B*, so dringt es in *A* zunächst überhaupt nicht ein. Man muß *G* einige Male auf- und abbewegen — wobei jedes-

[1] Siehe diese Zeitschrift Bd. 21, S. 157.

mal etwas Luft in Blasen entweicht und dafür Quecksilber hinabfließt —, um das Filter in Gang zu bringen. Hört man mit diesen Bewegungen auf, ehe alle Luft aus *A* verdrängt ist, so läuft, sobald einmal das Leder durchdrungen ist, ebensoviel Quecksilber, wie unten abfließt, am Draht entlang tropfenweise nach, ohne daß der Luftrest seine Stelle ändert. Man kann somit die Druckhöhe kleiner wählen als die Gesamtlänge von *A* und hat dabei noch einen bequemen Einblick in die Filtriergeschwindigkeit, für die die Raschheit der Tropfenfolge am Draht entlang einen Anhalt gibt.

Das Filterrohr kann auch, bei geringeren Ansprüchen an Reinheit, aus drei Teilen mit Korken und Siegellack zusammengesetzt werden, darf jedoch in diesem Fall nicht monatelang unter Druck stehen.

2. *Forschungen und Ergebnisse.*

Deutscher Salpeter[1]. Bericht von H. BÖTTGER in Berlin.

Deutschland war bis zum Beginn des Weltkrieges in bezug auf den Nährstickstoff nahezu ausschließlich auf den Import des Salpeters aus Chile angewiesen, der von 55 000 t im Jahre 1890 auf 750 000 t im Jahre 1913 gestiegen war, entsprechend der Bevölkerungszunahme von 30 Millionen vor 100 Jahren auf 60 Millionen im Jahre 1914. Beim Beginn des Weltkrieges wurde bereits seit einem Jahre, also seit 1913, die synthetische Gewinnung des Ammoniaks aus dem Luftstickstoff und dem Wasserstoff des Wassergases nach dem Verfahren von HABER-BOSCH in dem Oppauer Werk der Badischen Anilin- und Sodafabrik, ebenso auch die Oxydation des Ammoniaks zu Oxyden des Stickstoffs unter Vermittlung von Katalysatoren technisch ausgeführt, so daß die Gewinnung von Nitraten aus diesem synthetisch dargestellten, sowie aus dem in Kokereien (Zeche Lothringen in Gerthe bei Bochum), endlich aus dem Kalkstickstoff gewonnenen Ammoniak möglich war. Unter Zusammenfassung aller verfügbaren Kräfte wurde 1916/17 binnen Jahresfrist inmitten des mitteldeutschen Braunkohlengebietes das Leunawerk bei Merseburg errichtet, dessen Ausmaße so gewählt waren, daß es nicht nur den Bedarf der Industrie an Stickstoffverbindungen zu decken vermochte, sondern auch der Landwirtschaft mehr als den erforderlichen Stickstoffdünger zur Verfügung stellte. Im Lauf des Krieges hat sich dann Deutschland von der Einfuhr des chilenischen Salpeters unabhängig gemacht und vermag zur Zeit sogar beträchtliche Mengen Nitrate auszuführen, so daß die 150 Millionen Goldmark, die im Jahre 1913 seine Handelsbilanz für die Einfuhr belasteten, im Jahre 1927 nahezu in gleicher Höhe als Aktivposten in dieser Bilanz erscheinen. Die Monopolstellung, die der Chilesalpeter für die Deckung des europäischen Bedarfs so lange Zeit einnahm, und die durch die Herstellung des Norgesalpeters mittels Verbrennung der Luft zuerst erschüttert wurde, ist seitdem nicht mehr vorhanden.

Die wichtigsten Salpeterarten, die gegenwärtig von der Badischen Anilin- und Sodafabrik, resp. der Interessengemeinschaft der Farbenindustrie, A.G., in den Handel gebracht werden, sind: 1. Der Natronsalpeter, durch Neutralisation verdünnter Sodalösung mit der durch Oxydation des Ammoniaks mittels Eisen(3)-Oxyd dargestellten Salpetersäure gewonnen. Er unterscheidet sich vom Chilesalpeter nur durch seine größere Reinheit (der Jodgehalt des letzteren ist für seine Verwendung als Pflanzennährstoff wahrscheinlich ohne Bedeutung) (s. u.). 2. Der Kalksalpeter, der seit etwa 3 Jahren gewonnen wird, ist deshalb für die Landwirtschaft wichtiger als der Natronsalpeter, weil das Kalzium im Gegensatz zum Natrium einen Nährstoff für die Pflanzen bildet; auch verkrustet er den Boden nicht, wie es der Natronsalpeter tut. Durch Zusatz von Ammoniumnitrat wird er in eine gut streufähige Form gebracht. 3. Der Kaliammonsalpeter wird durch Umsatz des in reiner Form wenig lagerbeständigen Ammoniumnitrats mit Kalisalzen gewonnen. Er enthält neben Kalium die Hälfte des Stickstoffs in der bei der Pflanzenernährung rasch wirkenden Nitratform, die andere Hälfte in der langsamer, aber nachhaltig wirkenden Ammoniakform. 4. Der Leunasalpeter ist im wesentlichen ein Doppelsalz von Ammoniumsulfat und -nitrat. 5. Die Nitrophoska-Volldünger werden durch teilweisen Umsatz wechselnder Mengen von Ammoniumnitrat mit Kaliumsalzen und Ammoniumphosphat gewonnen. Übrigens ist der Stickstoff in dem künstlich dargestellten Salpeter billiger als in dem Chilesalpeter.

[1] Nach der gleichnamigen Arbeit von Dr. CARL MÜLLER in Ludwigshafen; Zeitschr. f. angew. Chem., Bd. 41. Heft 12 vom 31. März 1928. S. 297.

Wissenschaftliches über Kali[1]. Bericht von H. BÖTTGER in Berlin.

Die ursprüngliche Quelle aller Kaliumverbindungen ist das feurig-flüssige Erdinnere. Die dort stattfindenden Vorgänge, die zur Entstehung des Kalifeldspates führen, sind mit denen im Schmelzofen für Kaliglas vergleichbar, nur daß hier CaO, dort Al_2O_3 neben dem K_2O das zweite wirksame basische Oxyd ist:

$K_2O \cdot CaO \cdot 6\,SiO_2$	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6\,SiO_2$
Kalikalkglas.	Orthoklas.

Wie ferner aus dem Orthoklas durch die Wirkung der Atmosphärilien das Kali allmählich

[1] Nach dem von A. BINZ auf dem 7. Kalitage am 30. Januar 1928 gehaltenen gleichnamigen Vortrage. Vgl. Zeitschr. f. angew. Chem. **41**, Heft 12 vom 31. März 1928, S. 315.

in Form löslicher Salze entfernt wird, so wird auch, wie die Beschaffenheit altrömischer Kaligläser erkennen läßt, aus dem Kaliglas allmählich durch die Feuchtigkeit der Luft oder des Erdbodens das Kalium gelöst, und das gleiche geschieht mit den Doppelsilikaten des Natriums. Während aber die Bestandteile des Erdbodens (Humus, Ton, Zerolithe) die Kaliumverbindungen festhalten, werden die Natriumverbindungen dem Meere zugeführt. Es ist z. B. berechnet worden, daß der Bayerische Wald durch die Regenflüsse jährlich etwa 33 500 t Natrium (als Oxyd berechnet), gegenüber 20 000 t K_2O verliert. Die Pflanzen nehmen von den beiden Metallen weit mehr Kalium als Natrium auf. So enthielt der Trockenrückstand eines Wassers 5,15% K_2O und 7,60% Na_2O, die Asche einer Pflanze, die in dem Wasser gewachsen war, jedoch 18,29% K_2O und nur 4,06% Na_2O. Bei anderen Pflanzen kann das Verhältnis beider Oxyde ein anderes sein, wie z. B. bei der Zuckerrübe, deren Asche relativ mehr Na_2O enthält. Die Säfte des Tierkörpers sind dagegen viel reicher an Na_2O. Im Rinderblut kommen auf 1 Äquiv. Na_2O nur 0,07 Äquiv. K_2O, in den an Kohlehydraten reichen Samen des Roggens dagegen bis zu 57, in den Äpfeln bis zu 100 Äquiv. K_2O. In diesen Pflanzen ist die reichliche Bildung von Kohlehydraten von einer entsprechenden Zufuhr von Kalisalzen abhängig, die auch für die Bildung von Eiweißstoffen notwendig ist. Über die Rolle, die das Kalium bei der Pflanzenernährung spielt, sind zahlreiche Theorien aufgestellt worden, von denen auf zwei hingewiesen wird. Die eine von ihnen, die von J. STOKLASA (Biochem. Zeitschr. **108**, S. 109, 140. 1920) aufgestellt wurde, geht von der Tatsache aus, daß das Kalium zwar schwach, aber doch deutlich, und stärker als das Natrium radioaktiv ist, und nimmt eine Wirksamkeit der vom Kern des Kaliumatoms ausgesandten Strahlen in der Pflanze an, so daß das Kalium ein biogenes, lebenerweckendes Element sein würde. Die zweite Theorie (vgl. A. JACOB, Zeitschr. f. angewandte Chem. **41**, Heft 12 vom 31. März 1928, S. 300) ändert die Theorie von J. STOKLASA dahin ab, daß nicht aus dem Kern des Atoms kommende Strahlen, sondern Valenzelektronen die Ursache der eigentümlichen Wirkung des Kaliums sind. Während diese Elektronen nämlich in ihren regulären Bahnen den positiv geladenen Atomkern umkreisen, ohne eine Energieänderung zu erfahren, findet bei dem sprunghaften Übergang eines Elektrons von einer Bahn zu einer anderen eine quantenmäßig bestimmte Energieänderung statt, eine Zunahme, wenn die neue Bahn entfernter vom Kern, eine Abnahme, wenn sie dem Kern näher ist als die ursprüngliche. Die durch Absorption des Lichtes bewirkte Energiezunahme der Elektronen kann so bedeutend sein, daß einzelne von ihnen unter der Wirkung der Belichtung das Atom verlassen und im lichtelektrischen oder Photoeffekt die Aussendung negativer Elektrizität, ähnlich den Kathodenstrahlen, aus den Metallen und ihren Salzen veranlassen. Indem diese dann auf Molekeln auftreffen, schaffen sie Reaktionsmöglichkeiten, die sonst nicht existieren. Durch langjährige Dauerversuche in der englischen landwirtschaftlichen Versuchsstation in Rothamsted ist festgestellt worden, daß die Kartoffelerträge auf nicht mit Kali gedüngten Parzellen mit der Anzahl der Sonnenscheinstunden erheblich und ziemlich regelmäßig zunehmen, bei den mit Kali gedüngten Parzellen ist der Rückgang des Ernteertrags mit der Verminderung der Anzahl der Sonnenscheinstunden kleiner und wenig regelmäßig, wie das die nachstehende Tabelle erkennen läßt, in der die Jahre, unter denen das Jahr 1926 fehlt, nach der abnehmenden Anzahl von Sonnenscheinstunden in den Monaten Juli bis Oktober geordnet und die Kartoffelerträge in Doppelzentnern pro Hektar angegeben sind.

	1923	1924	1925	1922
Zahl der Sonnenscheinstunden .	708	603	544	519
Kartoffelertrag ohne Kali . . .	244,0	155,6	126,3	62,0
mit Kali . . .	307,5	182,8	246,5	208,3

Das Kalium hat also die Fähigkeit, die Energie des Sonnenlichtes irgendwie zu konzentrieren, so daß sie auch bei bedecktem Himmel voll ausgenutzt wird. Damit steht im Zusammenhang, daß, wie ebenfalls J. STOKLASA (l. c.) nachgewiesen hat, diejenigen Pflanzenteile am reichsten an Kalium sind, die der Wirkung des Sonnenlichtes am stärksten ausgesetzt sind, wie z. B. das Palisadengewebe und das Schwammparenchym an der Ober- bzw. Unterseite der Blätter.

Die Wüste Atacama als Rohstoffgebiet der chemischen Industrie. Bericht von H. BÖTTGER in Berlin.

Vor dem schleswig-holsteinischen Bezirksverein des Vereins deutscher Chemiker hat der Prof. für Geologie in Kiel Dr. W. WETZEL einen Vortrag gehalten, in dem er seine während eines $^3/_4$jährigen Aufenthaltes in dem nördlichen Teil der Wüste (östlich vom Hafenorte Tocopilla) gemachten Beobachtungen mitteilt (Zeitschr. f. angew. Chem. **41**, Heft 12 vom 31. März 1928, S. 303). Neben den wissenschaftlichen Problemen, die jene einzigartige Gegend der Erdoberfläche darbietet, und an deren Erforschung vornehmlich deutsche Gelehrte sich beteiligt haben, darf das praktische Interesse an ihr nicht als abnehmend gelten, da der Salpeterbergbau seine Lebensfähigkeit durchaus bewiesen hat, und da auch andere wichtige und interessante Rohstoffe vorhanden sind, die das Interesse ausländischer Kapitalmächte auf sich ziehen. Zu diesen Stoffen gehört in erster Reihe das Jod (als Jodat und Jodid vorkommend), von dem zur Zeit nur ein Teil der gewinnbaren Menge tatsächlich gewonnen wird, um den Jodpreis hinreichend hoch zu halten und eine Senkung durch ein größeres

Angebot zu vermeiden. Eine Salpeterfabrik mittlerer Größe, die jährlich 600 000 Doppelzentner Natronsalpeter herstellt, könnte gleichzeitig 1000 bis 1200 Doppelzentner Jod liefern; das Syndikat gestattet aber nur die Herstellung von etwa 100 Doppelzentnern. Ferner besteht die Möglichkeit, aus dem Rohsalpeter Kalisalze herzustellen. Heute verschenkt Chile mit jedem Sack Salpeter eine gewisse Menge Kali, die maximal 3% KNO_3 entsprechen kann, die aber handelsmäßig nicht gewertet wird. Die Fabriken müssen sogar dafür sorgen, daß das als $KClO_4$ vorkommende Kalium sorgfältig entfernt wird, da es für die Pflanzen schädlich ist. Ferner wird auf das Vorkommen des Boronatrokalzits und der vom Vortragenden entdeckten Lager von reiner Kieselgur verwiesen.

Die Frage, ob die Düngung mit Chilesalpeter wegen seines Jodgehaltes derjenigen mit synthetischem Natronsalpeter vorzuziehen ist — man hat behauptet, daß das Jod in den Pflanzen und von da in den Tierkörper übergehe und dann prophylaktisch oder therapeutisch bei Erkrankungen der Schilddrüse und gegen Kretinismus wirke — hat Herrn Dr. H. Eddelbüttel in Rostock zu einer kritischen Prüfung der einschlägigen Untersuchungen veranlaßt, deren Ergebnis insofern auch von praktischer Bedeutung ist, als der Import von Chilesalpeter in Europa von 1 600 000 t im Jahre 1913 auf 70 000 t im Jahre 1925 zurückgegangen ist. Er ist dabei zu folgenden Ergebnissen gelangt (Zeitschr. f. angew. Chem. **41**, Heft 12, S. 313): Der Zusammenhang zwischen Jod einerseits, Kropf und Kretinismus andererseits steht im ganzen fest, unsicher ist aber schon die Bedeutung des Jods für den jugendlichen menschlichen Organismus; unsicher weiter, ob eine stärkere Jodzufuhr durch natürlich jodierte Lebensmittel den Jodgaben in Form von anorganischem Jod vorzuziehen ist. Ebenso bleibt eine offene Frage, ob die an sich mögliche Jodierung, insbesondere der tierischen Produkte, in ausreichendem Maße durch natürlich an Jod angereicherte Futtermittel, oder nur durch anorganisches Jod, wie NaJ oder KJ, erzielt werden kann; und endlich ist ebenfalls noch nicht als endgültig entschieden anzusehen, ob durch anhaltende Chilesalpeterdüngung eine natürliche Jodierung der Futtermittel erreichbar ist.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Einführung in die Höhere Mathematik unter besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse des Ingenieurs. Von Dr. phil. Fritz Wicke, Professor an der staatlichen Gewerbe-Akademie in Chemnitz. In 2 Bänden. Berlin 1927, Julius Springer.

Erster Band: Mit den Abbildungen 1 bis 231 und einer Tafel. 1927. VI, 427 Seiten. Gebunden RM 24.—.

Zweiter Band: Mit den Abbildungen 232 bis 404. 1927. Seite 429—921. Gebunden RM 24.—.

Der Verfasser behandelt den Stoff, den er für die mathematische Ausbildung der Ingenieure für notwendig hält, in sehr breiter und durchaus elementarer Form. Besonderes Gewicht wird auf Ausbildung der Rechentechnik gelegt und darauf, dem Leser durch möglichst vielseitige Behandlung praktischer Aufgaben eine gewisse Beweglichkeit und Schlagfertigkeit in der Handhabung des dargebotenen Stoffes zu verleihen. Das Buch umfaßt: Differential- und Integralrechnung, analytische Geometrie der Ebene und des Raumes nebst Einführung in die Kurven- und Flächentheorie und gibt zum Schluß einen Überblick über die Differentialgleichungen. Auch werden die Grundzüge der graphischen und numerischen Methoden besprochen. Auffällig ist, daß auf Determinanten nicht eingegangen wird. Konvergenzuntersuchungen und Stetigkeitsbetrachtungen sind teils auf ein Mindestmaß beschränkt, oder werden wie bei den Fourierschen Reihen überhaupt übergangen. Dies erregt ein gewisses Bedenken, da doch auch der anwendende Mathematiker die Tragweite der Methoden übersehen sollte. Auch verliert hierdurch das Buch an Wert für Studierende der reinen Mathematik. Allen denen aber, die glauben, auf strenge Grundlegung Verzicht leisten zu dürfen, kann das Buch als anregend und vielseitig fördernd durchaus empfohlen werden.

W. Kramer.

J. L. Coolidge: Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung. Deutsche Ausgabe von F. M. Urban. IX und 212 S. (Sammlung mathematisch-physikalischer Lehrbücher 24.) Berlin und Leipzig 1927, B. G. Teubner. Geb. RM 10.—.

Das Buch, das in der Originalausgabe eine Lücke in der englischen Lehrbuchliteratur ausfüllen sollte, wird in der Übersetzung auch deutschen Lesern wertvoll sein, da es außerordentlich anregend geschrieben ist und nur geringe Vorkenntnisse der Differential- und Integralrechnung und der Algebra erfordert, also vor allem zur Einführung besonders geeignet erscheint. Nach Besprechung der Grundlagen werden die Lehre von der Dispersion, geometrische Wahrscheinlichkeiten, Wahrscheinlichkeit der Ursachen, die Theorie der Beobachtungsfehler sowie die Methode der kleinsten Quadrate behandelt. Als Beispiele für Anwendungen sind gewählt: die kinetische Gastheorie und die Grundsätze der Lebensversicherung. Besonders hervorgehoben zu werden verdient, daß Verfasser überall eingehend auf die Unsicherheit in der Grundlegung der Wahrscheinlichkeitsrechnung hinweist. Er selbst vertritt die Ansicht, daß die Wahrscheinlichkeitslehre eine statistische, also eine

Erfahrungswissenschaft ist. Diese statistische Auffassung der Wahrscheinlichkeit ist in dem Buche überall durchgeführt *W. Kramer.*

Nomographie. Praktische Anleitung zum Entwerfen graphischer Rechentafeln mit durchgeführten Beispielen aus Wissenschaft und Technik. Von Paul Luckey. 2. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. 108 Seiten mit 57 Figuren im Text und 48 Aufgaben. Leipzig und Berlin 1927, B. G. Teubner. Kart. RM 2.40. (Mathematisch-physikalische Bibliothek, herausgegeben von W. Lietzmann und A. Witting, Bd. 59/60).

Das vorliegende Bändchen, dessen erste Auflage in seinen beiden Teilen schon gute Aufnahme fand, ist durch Aufnahme von Beispielen aus der Technik und Neubearbeitung der Funktionsleitern erheblich ergänzt. Vorausgesetzt werden nur die Grundbegriffe der analytischen Geometrie. In dieser neuen Gestalt kann das Büchlein als Einführung in das „zeitgemäße" Gebiet auch für technisch interessierte Leser und zum Selbststudium empfohlen werden.

A. Wenzel.

Keramisches Rechnen. Von Dr. W. Pukall. 4. Aufl. Breslau 1927, Ferd. Hirt. 204 Seiten. Geheftet RM 7.50.

Das hauptsächlich für den Unterricht an keramischen Fachschulen und den Gebrauch in gewerblichen Betrieben bestimmte Buch führt in die Berechnung der Sätze für keramische und glastechnische Zwecke ein. Die Lösungen der jedem Kapitel beigegebenen zahlreichen Übungsaufgaben sind im Anhang vereinigt. Für den Unterricht an höheren Schulen kommt das Buch weniger in Frage, es sei denn, daß der Lehrer der Chemie in die Technik dieses Spezialgebiets eindringen will. *Dr. Eugen Stock.*

Vierstellige Logarithmentafeln nebst Hilfstafeln für das praktische Rechnen. Zusammengestellt von Dr. A. Schülke. 16. Auflage. Ausgabe B. Leipzig und Berlin 1927, B. G. Teubner. 34 Seiten. Preis geb. RM 2.—.

Die seit Jahrzehnten in steigendem Maße eingeführte Schülkesche Logarithmentafel hat in der neuen Auflage noch eine Erweiterung durch Tabellen über Zinseszins und Renten, über Kuben, chemische Elemente und Dichte erfahren. Hinzugefügt ist ferner ein Nomogramm der kubischen Gleichung und eine kurze Anleitung zum Gebrauch des Rechenschiebers. Die vorliegende Ausgabe B enthält zum Unterschied von Ausgabe A noch einen Anhang: Mathematische Formeln. Die neue Tafel wird jetzt nur noch im Ganzleinenband geliefert. Übersichtlichkeit der Tabellen, bequeme Handhabung, Reichhaltigkeit der Angaben aus Naturwissenschaft und Technik, aus der Astronomie, Nautik und Lebensversicherung sind unleugbare Vorzüge des Buches, das auch außerhalb des mathematischen Unterrichts, z. B. in den Physik-, Chemie- und Erdkundestunden, Verwendung finden kann.

Nickel.

Himmels-Almanach für 1928. Von Prof. Dr. J. Plassmann. 66 Seiten mit Tafeln und Abbildungen. Berlin 1928, F. Dümmler. Geh. RM 3.50.

Daß die bisher in den „Mitteilungen der Vereinigung von Freunden der Astronomie" veröffentlichten Ephemeriden jetzt unter sehr weitgehender Ausgestaltung als Jahresalmanach erscheinen und für einen mäßigen Preis auch für Nichtmitglieder erhältlich sind, ist sehr dankbar zu begrüßen. Es gibt wohl keine ähnliche Zusammenstellung der Himmelserscheinungen, die auch nur annähernd so reichhaltig wäre und gerade alle die Angaben in sich vereinigt, die dem Liebhaber der Sternkunde von Wert sein werden.

F. Koerber.

Galilei. Von Dr. A. Wenzel. (Bd. 4 der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bücherei.) Berlin 1927, Otto Salle. Geb. RM 2.—.

Der Verfasser gibt in dem 70 Seiten umfassenden Bändchen einen kurzen Abriß der Lebensgeschichte Galileis und eine auf das Wesentlichste beschränkte Darstellung seiner grundlegenden Verdienste um die theoretische Physik. Es ist eine alte methodische Forderung für den Physikunterricht, die durchaus nicht erst seit dem Erscheinen der neuen Richtlinien besteht, daß der Physiklehrer ein besonders belebendes, die Kulturgeschichte unterstützendes Element in den Unterricht hineinbringt, wenn er gelegentlich die Geschichte der Physik heranzieht und die Schüler in den Werdegang gewisser Probleme einführt. Und gerade die Verdienste Galileis, dieses „Pioniers" der Naturwissenschaft, verlangen, im Physikunterricht gewürdigt zu werden. Ich bin der Überzeugung, daß das kleine Bändchen von A. Wenzel gerade durch die Kürze der Fassung einem Bedürfnis entgegenkommt. Namentlich dem jungen Lehrer, der sich erst in den Physikunterricht einleben soll, wird es gute Dienste leisten und ihn anregen, dann auch umfassendere Werke, wie namentlich das von Wohlwill, zur Hand zu nehmen. Der enge Rahmen, der der Schrift gesetzt war, gebot natürlich, von kritischen Betrachtungen über einige Galileiüberlieferungen abzusehen. Auch dürfte die Kürze in der Darstellung an manchen Stellen — ich nenne nur das Gezeitenproblem Seite 30 — zur Folge haben, daß der Anfänger beim Lesen darauf mehr Zeit verwenden wird, als es beim Lesen einer ausführlicheren Darstellung dieses Problems der Fall wäre. Aber abgesehen von solchen Kleinigkeiten bringt das Bändchen von A. Wenzel eine hoch anzuerkennende, der schöpferischen Arbeit des Galileischen Genius absolut gerecht werdende Würdigung des großen Mannes. Das Bändchen ist jedem, der sich für die Geschichte der Physik und für Galileis Lebensarbeit interessiert, auf das wärmste zu empfehlen. *P. Steindel.*

Die Schwarzwälder Uhr. Von Prof. Adolf Kistner in Karlsruhe. (Nr. 31 der Heimatblätter „Vom Bodensee zum Main".) 164 Seiten.

Format B 5. 113 Abb. Karlsruhe 1927, C. F. Müller. RM 3.40.

Als einen Beitrag zur Heimatkunde und zur Gewerbegeschichte bezeichnet Verf. im Vorwort seine Schrift, und in beiden Richtungen löst er seine Aufgabe in musterhafter Weise. In der Einleitung führt er uns in eine alte Uhrmacherwerkstatt, und zwar so, daß wir das Haus in der Landschaft, die Werkstatt im Haus, den Meister in Werkstatt und Familie, ferner das mehr als bescheidene Werkzeug und die Wiederverwendung alter Teile in greifbarer Deutlichkeit vor uns sehen. Bei der Schilderung der allmählichen Entwicklung der Uhr, sowohl ihres Werkes, wie ihres Gehäuses erfahren wir den Grund aller scheinbaren Willkürlichkeiten. Wir sehen, wie die Überlegenheit eines Meisters neue Werkzeuge, neue Werkformen oder der reifere Geschmack eines Schildermalers neue Gehäuse schafft, wie aber auch die Möglichkeit billiger Herstellung, die Handlichkeit beim Transport, der Geschmack des Käufers im fremden Land sich geltend machen; wie dann wieder die Gewinnmöglichkeit Unfähige anlockt, die ohne Geschick und Geschmack die Kunst verfallen lassen.

Die Schilderungen der Uhrwerke und Werkzeuge sind einfach und anschaulich und, ohne sich in Einzelheiten zu verlieren, doch recht gründlich. Die vielen guten Abbildungen sind ein Schmuck des Buches und immer in engem Zusammenhang mit dem Text.

Überall spürt man des Verfassers Liebe zur Heimat. Den endgültigen Verfall und den vergeblichen Kampf weniger gegen zunehmende Unfähigkeit der Meister, übermäßige Ansprüche der Gehilfen und gegen wucherische Händler, die, im Besitz der Kaufläden und Wirtshäuser, der Auftrags- und der Materialbeschaffung den Uhrmacher und seine Angehörigen völlig in der Hand hatten und rücksichtslos ausbeuteten, das kann so nur jemand schildern, dem Land und Leute ans Herz gewachsen sind.

Das Buch ist als Gewerbegeschichte sehr wertvoll, und ich wünschte, einer von den wenigen, die noch die letzten 50 Jahre aus eigener Anschauung kennen, schriebe uns eine solche Geschichte der Mechanikerkunst. Für die Schule bedeutet es mehr als ein Stück lebensvoller Heimatkunde und Kulturgeschichte, und um dieses Vorzuges willen sollte man es unseren Schülern in die Hand geben. *W. Vn.*

Der Unterricht in Chemie. Von Fr. Breusch. (Wissen und Wirken, pädagogische Sonderhefte). Karlsruhe 1927, Verlag G. Braun. Preis RM 1.80.

Die beiden einleitenden Abschnitte über Ziele und Wege des chemischen Unterrichts sind von einer höheren Warte aus geschrieben und enthalten beherzigenswerte Anregungen. In einigen grundlegenden Fragen vermag der Referent dem Verfasser jedoch nicht zuzustimmen. — Er sagt, auf der Unterstufe sei die Belastung zu groß, sie sei uns durch die mittlere Reife aufgenötigt. „Der Arbeitsunterricht muß sich aber auf einige ausgewählte Kapitel von besonderem pädagogischem Wert — hauptsächlich aus der Begriffsbildung — beschränken; man wird im übrigen den Demonstrationsunterricht bevorzugen müssen, der ein rascheres Vorwärtsschreiten erlaubt.“ Da der Verfasser selbst die Nachteile des Demonstrationsunterrichts kennzeichnet und fordert, daß die Schüler die Versuche selbst ausführen sollen, bleibt es unverständlich, wie er seine pädagogische Überzeugung der ganz äußerlichen Rücksicht auf den Stoffumfang opfern kann. Stoffbeschränkung zugunsten einer Vertiefung der Arbeit, zugunsten der Entwicklung von Fähigkeiten und Können ist auch innerhalb des auf die mittlere Reife Rücksicht nehmenden Lehrplanes sehr wohl möglich; ganz abgesehen davon, daß die wahre Reife ja nicht durch Wissen, sondern durch Können gekennzeichnet ist. — Auch hinsichtlich der kategorischen Forderung des Arbeitens in gleicher Front — auch wenn es sich nicht um quantitative Untersuchungen handelt — kann der Referent dem Verfasser nicht folgen, denn wenn auch die Arbeit in gleicher Front besser ist als reiner Domonstrationsunterricht, so ist sie noch lange kein Arbeitsunterricht, etwa im Sinne Kerschensteiners. — Die Heranziehung von Chlorat, Chromat, Permanganat zur Erläuterung der Begriffe Oxydator und Reduktor in Untersekunda, Stoffe, deren Herkunft absichtlich, weil zu schwierig, auf dieser Stufe nicht besprochen wird, dürfte bei den Fachgenossen kaum Nachahmung finden. — Wenn man so dem Verfasser zwar nicht überall wird folgen können, bietet die Lektüre der kleinen Schrift aber doch soviel Anregendes, daß sie jedem Fachgenossen empfohlen werden muß. *Dm.*

Chemie und Kultur. Von Rudolf Winderlich. 139 Seiten. Mit 8 Abbildungen im Text und 8 Tafeln. Leipzig 1927, Verlag von Leopold Voß. Preis geb. RM 4.50.

R. Winderlich hat sich durch zahlreiche Veröffentlichungen zur Geschichte der Chemie, wie durch sein Eintreten für stärkere Betonung der geschichtlichen Entwicklung der chemischen Forschung ein großes Verdienst erworben. Das vorliegende, musterhaft ausgestattete Werkchen stellt die reife Frucht seiner langjährigen Studien dar und legt Zeugnis ab von seinem pädagogischen und schriftstellerischen Geschick. Ob er vom Feuer, von der Nahrung, von den Gebrauchsmetallen, den Farben und Heilmitteln oder den chemischen Elementen spricht, überall versteht er durch geistvolle Verknüpfung des Vergangenen mit den Ergebnissen der heutigen Forschung und den Errungenschaften der Technik unserer Tage das Interesse des Lesers zu fesseln. Dem gebildeten Laien mit naturwissenschaftlichem Interesse wird das Buch einen tiefen Einblick in die Bedeutung der Chemie für die Kultur aller Zeiten vermitteln, während es für den Chemielehrer ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zur Belebung und Vertiefung seines Unterrichts gerade nach der kulturkundlichen Seite hin abgibt. Aber auch in der Schülerbücherei und

auf dem Geschenktisch älterer, für die Chemie interessierter Schüler sollte das Winderlichsche Buch nicht fehlen. *Dm.*

Grundzüge der Chemie und Mineralogie. Gesamtausgabe für Ober- und Unterstufe realer Lehranstalten. Von Arendt-Doermer. 14. Auflage. Leipzig 1927, Verlag von L. Voß. Preis gebunden RM 7.—.

Dem „Leitfaden" sind jetzt die „Grundzüge" gefolgt; auch sie entsprechen allen neuzeitlichen Forderungen, die an ein Chemiebuch gestellt werden. Dem Buch liegt der von Arendt vorgezeichnete Aufbau, die Anordnung nach Reaktionen, zugrunde.

Ein wesentlicher Vorzug der Neuauflage ist die geschlossene Zusammenfassung des Lehrstoffes für die Unter- und Oberstufe zu einem Band. Trotz dieser Verbindung, trotz der Hervorkehrung der heute wichtigen technischen Gewinnungsverfahren und der Aufnahme einer großen Reihe mustergültiger, instruktiver Abbildungen weist diese Gesamtausgabe im Vergleich zu früheren einen kleineren Umfang auf, und diese straffere Herausarbeitung des für den Schüler wichtigen Lehrstoffes erhöht den Wert des Buches.

Das Lehrbuch durchzieht der Gedanke des Arbeitsunterrichts. Eine große Erleichterung für die Vorbereitung sowohl der Schau- als auch der Schülerversuche sind für den Benutzer des Buches die jedem Versuch beigefügten Hinweise auf des Verfassers „Technik der Experimentalchemie", wo die genauen Versuchsbedingungen angegeben sind.

Die physikalische Chemie, der in einem modernen Chemiebuch ein breiter Raum gebührt, ist in anschaulicher Weise in den Aufbau eingeflochten. Übersichten über Erzeugung, Verbrauch, Einfuhr, Ausfuhr der wichtigsten technischen Produkte sind graphisch dargestellt.

Das bewährte Buch besitzt weiter die Vorzüge leichter Faßlichkeit und gründlicher Durcharbeitung bei ansprechender Darstellung; aus ihm spricht die langjährige Unterrichtserfahrung des Verfassers. Das Werk, das eine weite Verbreitung verdient, ist nicht nur realen Lehranstalten zur Einführung, sondern auch Gymnasien zur Benutzung in Arbeitsgemeinschaften aufs beste zu empfehlen. *H. S.*, Frkft. a. M.

Lehrbuch der Chemie und Mineralogie für höhere Lehranstalten von M. Ebeling. I. Teil: Unorgan. Chemie. 6. Auflage. Bearbeitet von Dr. Otto Curio. Berlin 1926, Weidmannsche Buchhandlung. 384 S. RM 6.—.

Die Stärke des vorliegenden Lehrbuches liegt in der besonders weitgehenden Betonung technologischer Prozesse. Überhaupt sind alle Anwendungen chemischer Kenntnisse, so auch die Verbindungen zur Physik, Biologie und Wirtschaft gut herausgearbeitet. Das Buch ist durchsetzt mit vortrefflichen Biographien hervorragender Chemiker. Zahlreiche gute Abbildungen beleben den Text. Es ist ein vorzügliches Nachschlage- und Orientierungsbuch für die Hand des Lehrers.

Die Stoffanordnung ist streng systematisch. Methodische Gesichtspunkte treten dadurch stark in den Hintergrund. Der Stofferarbeitung durch Schülerversuche ist wenig Rechnung getragen. So werden dem System zuliebe Verbindungen behandelt, auf die im Interesse der für den erarbeitenden Unterricht sehr notwendigen Stoffeinengung gern verzichtet werden könnte. Oft werden Verbindungen und Prozesse zur Erreichung der systematischen Vollständigkeit herangezogen, deren Kenntnis noch nicht vorausgesetzt werden kann. So sind z. B. CO und CO_2 noch nicht bekannt und behandelt, wo sie in der an sich ausgezeichneten Darstellung der Ammoniaksynthese eine wichtige Rolle spielen.

Für den Anfangsunterricht scheidet dieses Lehrbuch ganz aus. Aber auch auf der Oberstufe ist sein Gebrauch erschwert durch die angestrebte systematisch-wissenschaftliche Vollständigkeit und seine für den Schüler nicht leicht verständliche Sprache. *H. Eddelbüttel.*

Anorganische Chemie. Von Dr. Robert Schwarz. (Wissenschaftliche Forschungsberichte, naturwissenschaftliche Reihe, herausgegeben von R. E. Liesegang, Bd. XVI.) Dresden und Leipzig 1927, Verlag von Theodor Steinkopff, 139 Seiten, Preis geheftet RM 8.—, gebunden RM 9.25.

Die wissenschaftlichen Forschungsberichte wollen in gedrängter Form eine Übersicht über die neueren Forschungsergebnisse der letzten 10 Jahre geben, und damit vielen die zeitraubende Lektüre des Zentralblattes und der Originalliteratur ersparen. Der vorliegende Bericht über die Fortschritte der anorganischen Chemie beschränkt sich im wesentlichen auf die anorganische Experimentalchemie, da in derselben Sammlung über physikalische Chemie, Kolloidchemie, physikalisch-chemische Mineralogie, neuere Atomistik, sowie über anorganische Technologie Sonderhefte erschienen sind oder demnächst erscheinen. Von den sehr zahlreichen Forschungsergebnissen seien erwähnt: die neue Formulierung des Elementbegriffes, die neuentdeckten Elemente, Neubestimmung des NH_3-Gleichgewichtes durch Haber, der Kreislauf des Phosphors, die Hydride des Bi, Pb, Sn, die Siliziumwasserstoffe, der photochemische Zerfall der Silberhalogenide, das Gold im Meerwasser und in Flüssen, die Kristalle der Molekülverbindungen, die neueren Forschungen auf dem Gebiete der Komplexverbindungen. *Dm.*

Einführung in das Studium der organischen Chemie. Von Dr. E. Wedekind. Für Studierende der Chemie, Medizin, Pharmazie, Naturwissenschaft, Forstwissenschaft usw. (Enkes Bibliothek für Chemie und Technik, herausgegeben von Professor L. Vanino, Band X). Zweite gänzlich umgearbeitete und erweiterte Auflage. 235 Seiten. Mit neun Abbildungen. Stuttgart 1926, Verlag von Ferdinand Enke. Preis gebunden RM 13.—.

Die erste Auflage dieser Einführung war aus Volkshochschulvorträgen hervorgegangen

und wendete sich an interessierte Laien. Die vorliegende Neuauflage ist für Studierende bestimmt und zu diesem Zwecke umgestaltet und erweitert worden. Durch die Anordnung des Stoffes nach Verbindungsgruppen treten die Analogien und Abweichungen zwischen den aliphatischen und aromatischen Verbindungen deutlich hervor. Die Bedeutung der organischen Verbindungen für Heilkunde, Technik und Wirtschaft ist überall berücksichtigt. Den Lehrern der Chemie an höheren Schulen kann das Repetitorium zur schnellen Orientierung über die wichtigsten Reaktionen und Verbindungen der organischen Chemie dienen. *Dm.*

Stöchiometrische Aufgabensammlung mit den Resultaten. Von Wilhelm Bahrdt. Zweite verbesserte Auflage, durchgesehener Neudruck. 123 S. (Sammlung Göschen Nr. 452). Berlin und Leipzig 1926, Walter de Gruyter & Co.

Für die moderne Didaktik haben derartige Aufgabensammlungen keinen Wert. Auch die preußischen Richtlinien gewähren Rechenübungen, die nicht mit wirklich ausgeführten Versuchen im Zusammenhang stehen, keinen Raum im chemischen Unterricht. *Franck.*

Experimente vom Klub der Weisen. Von M. Friedrich. Bd. I, II, III. Leipzig 1926, Dr. Jänecke. Je Band kartoniert RM 1.55.

Verf. stellt sich die Aufgabe, Schüler vor oder neben dem Chemieunterricht zu einfachem chemischen Experimentieren anzuleiten. In den ersten beiden Bändchen wird zu einer großen Anzahl kleiner Versuche Anregung gegeben, die ohne jede Kosten mit den Mitteln des Haushalts durchgeführt werden können. Es ist vor allem Wert auf sorgfältige Beobachtung und eigene Initiative des Experimentierenden gelegt. Wenn auch die vorgeschlagenen Versuche nicht geeignet sind, die wahren Zusammenhänge zu erfassen, so können sie doch, indem sie sich die jugendliche Schaulust und Freude am Hantieren zunutze machen, sehr wohl den gesteckten Zielen dienen. Es ist für die Schüler außerordentlich schwer, die im Unterricht gewonnenen Kenntnisse auf die im täglichen Leben um sie herum sich abspielenden chemischen Vorgänge anzuwenden, und die zahllosen kleinen und oft unscheinbaren Beobachtungsmöglichkeiten auszunutzen, die der Alltag bietet. Das vorliegende Werkchen kann hier helfend eingreifen, es kann zu chemischem Denken auch außerhalb des Chemie-Lehrzimmers Anregung geben.

Das III. Bändchen setzt die Anwendung einfacher Geräte und Chemikalien voraus; es gibt Anleitung zur häuslichen Wiederholung der im Chemie-Anfangsunterricht üblichen Schülerversuche. *H. Eddelbüttel.*

Theoretische Chemie vom Standpunkte der Avogadroschen Regel und der Thermodynamik. Von Dr. Walter Nernst. 11. bis 15. Auflage. Mit 61 Abbildungen. 927 Seiten. Stuttgart 1926, Verlag von Ferdinand Enke. Preis geb. RM 50.—.

Die neue Auflage zeichnet sich wie alle früheren Auflagen dadurch aus, daß sie aus den Fortschritten der Wissenschaft nur das bringt, was zu einem gewissen Abschluß gelangt ist, und daß sie von den noch der Lösung harrenden Problemen nur die bedeutungsvollsten anspricht; dabei werden der Forschung nicht selten neue Wege gewiesen. Die klare, exakte und dabei doch kurze Darstellung macht das Werk noch immer zu einem ausgezeichneten Berater in allen Fragen der physikalischen Chemie. — Wer die Abschnitte über die Konstitution der Atome, über Theorie der Spektren und Atombau, über Valenz und Elektronentheorie, die Quantentheorie und ihre Anwendungen auf photochemische Vorgänge in der neuen Auflage liest, wird reichen Gewinn davontragen und von der Meisterschaft der Darstellung gefesselt werden. — Auch die Theorie von Debye und E. Hückel, nach der starke Elektrolyte in wässerigen Lösungen stets vollständig dissoziiert sind, ihre freien Ionen sich aber gegenseitig durch ihre Ladungen beeinflussen, wird von Nernst eingehend gewürdigt. Aber Nernst steht auf dem Standpunkt, daß diese Auffassung von der früheren Arrheniusschen Ansicht, daß eine unvollkommene Dissoziation vorliege, nicht sehr verschieden ist, und daß die alte Auffassung für didaktische und praktische — jedoch nicht für spezialwissenschaftliche — Zwecke beibehalten werden muß. Für die Lehrer an höheren Schulen dürfte diese Stellungnahme Nernsts von großem Interesse sein, weil schon Stimmen laut geworden sind, die die ganze Theorie der elektrolytischen Dissoziation auf Grund der Debye-Hückelschen Theorie aus den Schullehrbüchern verbannen wollen.

Vor dem Kriege gab es wohl kaum einen Lehrer der Chemie, der nicht den „Nernst“ selbst besaß, um sich daraus in allen physikalisch-chemischen Fragen jederzeit zuverlässig Rat holen zu können. Wenn es heute den Lehrern an höheren Schulen vielfach nicht mehr möglich sein wird, sich den „Nernst“ persönlich anzuschaffen, so gehört er aber sicher in die chemische Handbücherei einer jeden höheren Schule. *Dm.*

Unterrichtsprobleme in Chemie und chemischer Technologie im Hinblick auf die Anforderungen der Industrie von Dr. Wolf Johannes Müller. Wien 1927, Verlag von Julius Springer. 17 Seiten. Preis RM 1.—.

Diese Antrittsvorlesung des Verfassers bei der Übernahme der ordentlichen Professur für technische Chemie an der Technischen Hochschule in Wien macht uns mit den widerstreitenden Ansichten der Vertreter von Wissenschaft und Technik bekannt, die zur Zeit im Mittelpunkt des Interesses stehen. Der Verfasser steht auf dem Standpunkte, daß die Hochschulausbildung der Chemiker auch die chemische Technologie umfassen müsse. Er stellt ein Schema für die erste Einführung in die Technologie auf, das die wichtigsten chemischen Operationen der Technik nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten ordnet. Zur Vertiefung der in der Vorlesung über allgemeine Technologie gewonnenen Einsichten soll ein Praktikum dienen,

in dem die Studierenden an kleinen betriebsfähigen, der Technik nachgebildeten Modellapparaten selbst Präparate, in Mengen bis zu einigen Kilogramm, herstellen, wobei sie mit Material-, Ausbeute- und Verarbeitungsfragen vertraut werden. *Dm.*

Lehrbuch der physiologischen Chemie. Herausgegeben von O. Hammarsten. 11. völlig umgearbeitete Aufl. München 1926, J. F. Bergmann. 835 Seiten. Mit einer Spektraltafel. Preis RM 29.40, geb. RM 32.40.

Die Verarbeitung der Literatur bis einschließlich 1924 — zum Teil darüber hinaus — hat im allgemeinen in der Neuauflage dieses umfangreichen und grundlegenden Lehrbuches, dessen letzte Auflage im Jahre 1923 erschien, nur wenige Änderungen nach sich gezogen. Der Stoffplan ist unverändert geblieben, ebenso auch Zahl und Namen der Mitarbeiter (S. G. Hedin, J. E. Johansson, T. Thunberg). Völlig umgearbeitet ist das XVIII. Kapitel: „Der Stoffwechsel bei verschiedener Nahrung und der Bedarf des Menschen an Nahrungsstoffen“ (Johansson) (57 S.). Einen guten Einblick in den Inhalt des Werkes gibt die Aufzählung auch der übrigen Kapitel: „Allgemeines und Physikalisch-chemisches“ (60 S.), „Die Proteine“ (88 S.), „Die Kohlehydrate“ (30 S.), „Tierische Fette, Phosphatide und Sterine“ (19 S.), „Das Blut“ (72 S.), „Chylus, Lymphe, Transsudate und Exsudate“ (17 S.), „Milz und endokrine Drüsen“ (95 S.), „Die Leber“ (52 S.), „Die Verdauung“ (70 S.), „Gewebe oder Bindesubstanzgruppe“ (16 S.), „Die Muskeln“ (33 S.), „Gehirn und Nerven“ (16 S.), „Die Fortpflanzungsorgane“ (18 S.), „Die Milch“ (24 S.), „Der Harn“ (13 S.), „Die Haut und ihre Ausscheidungen“ (12 S.), „Atmung und Oxydation“ (40 S.). Das Lehrbuch behandelt in wohl nicht übertroffener Vollständigkeit die im tierischen und menschlichen Organismus vorkommenden organischen Verbindungen, ihre Eigenschaften und physiologische Bedeutung und bietet dem chemisch und biologisch interessierten Lehrer die Möglichkeit, sich schnell und erschöpfend selbst über seltene organische Verbindungen zu orientieren.

Ganz besonders wertvoll wird das Werk durch die ausführliche Erörterung der lebenswichtigen Prosesse: der Resorption, Dissimilation, Resynthese, Energieumformung und Energiegewinnung usw. im menschlichen Körper. Auch auf diesen Gebieten ist auf Grund der kritischen, vor allem auch die neueren Ansichten und Forschungsergebnisse würdigenden Darlegungen die für den chemisch-biologischen Unterricht notwendige Orientierung sehr erleichtert. Umfangreiche Literaturangaben ermöglichen weiteres Eindringen in Teilprobleme.

Das Werk muß daher zum mindesten für die chemische Handbibliothek der höheren Lehranstalten als unentbehrlich bezeichnet werden. *H. Eddelbüttel.*

Anleitung für das Praktikum in der Gewichtsanalyse. Von Prof. Dr. R. Weinland. Dresden und Leipzig 1925, Th. Steinkopf. 3. Aufl. 129 Seiten.

An einer Fülle von Aufgaben behandelt der Verfasser die modernen Verfahren der Gewichtsanalyse, auch der elektrolytischen Abscheidungen und Trennungen, mit Verwertung seiner eigenen Erfahrungen. Metallegierungen und Mineralien sind natürlich stark berücksichtigt. An passender Stelle sind theoretische Ausführungen eingelegt, aber immer auf das Ziel der analytischen Praxis zugespitzt (z. B. Dissoziation, Hydrolyse, Massenwirkung, Löslichkeit schwer löslicher Salze). Sehr ausführlich sind die Anweisungen zum Berechnen gegeben, auch für die indirekte Analyse. Vielfach eingeschobene Fragen leiten den Benutzer des Buches an, sich über die Vorgänge und Vorschriften Rechenschaft zu geben und seinen chemischen Blick zu erweitern. Literaturhinweise sind sehr reichlich im Text und als Fußnoten beigefügt. Das ungemein inhaltreiche Buch wird weitgehenden Ansprüchen gerecht. *Dr. Kolasius.*

Die Maßanalyse. Von Dr. J. M. Kolthoff. I. Teil: Die theoretischen Grundlagen der Maßanalyse. Unter Mitwirkung von Dr.-Ing. H. Menzel. Berlin 1927, Verlag von Julius Springer. 254 S. mit 20 Abb. Preis RM 10.50, gebunden RM 11.70.

Die theoretischen Grundlagen der Maßanalyse stellen eine Weiterbildung der Theorie der analytischen Chemie dar, wie sie W. Ostwald in seinen „Grundlagen“ zuerst angebahnt und W. Böttger in seinem Lehrbuch der qualitativen Analyse fortgesetzt hat. In den ersten Kapiteln des Buches wird die Theorie der maßanalytischen Methoden an der Hand des Massenwirkungsgesetzes behandelt, soweit Fällungen, Neutralisationen oder Bildung von Komplexverbindungen in Frage kommen. Die Titriermethoden, die sich auf Oxydations- und Reduktionsvorgänge stützen, sind der theoretischen Behandlung noch wenig zugänglich, weil die entsprechenden Reaktionen vielfach nicht umkehrbar und daher nach dem Massenwirkungsgesetz nicht zu fassen sind; doch werden auch ihre theoretischen Voraussetzungen, soweit als möglich, erörtert. Die Aufstellung der Titrationskurven und die richtige Auswahl der Indikatoren, deren Farbumschlagsbereich in Tabellen mitgeteilt wird, werden ebenso eingehend behandelt wie die Titrierfehler, die dadurch entstehen, daß ein Farbstoff nicht genau beim Äquivalenzpunkt umschlägt, sondern früher oder später. Eingehendere Berücksichtigung finden auch die maßanalytischen Methoden der organischen Chemie. Sodann werden die theoretischen Grundlagen für die Haltbarkeit der in der Mauanalyse gebräuchlichen Vorratslösungen beschrieben, und zuletzt werden die physikochemischen Methoden der Maßanalyse, vor allem die elektrochemischen kurz dargestellt, bei denen entweder die Änderungen der Leitfähigkeit oder des Potentials in der Nähe des Äquivalenzpunktes gemessen werden.

Durch die klare und elementare Darstellung und die zahlreichen durchgeführten Rechenbeispiele ist das Buch zur Einführung in die theoretischen Grundlagen der Maßanalyse vortrefflich geeignet. Ein Blick in die auf ganz modernen Anschauungen fußende Schrift zeigt auch, daß die neuere Erkenntnis von der vollständigen Dissoziation der starken Säuren praktisch von gar keiner, theoretisch von sehr geringer Bedeutung für die Anwendung der Theorie der elektrolytischen Dissoziation auf die chemische Analyse ist, und daß also die Ionentheorie nicht abgewirtschaftet und ihre Bedeutung auch für die höhere Schule nicht verloren hat. — Das Buch sei zur Anschaffung für die chemische Handbücherei warm empfohlen. *Dm.*

Die Katalyse in der organischen Chemie. Von Paul Sabatier. Nach der zweiten französischen Auflage übersetzt von B. Finkelstein. Mit einem Literaturnachweis für die Jahre 1920 bis 1926 von Hans Häuber. 466 Seiten. Leipzig 1927. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. Preis brosch. RM 22.—, geb. RM 24.—.

Was Katalyse und Katalysatoren bedeuten, ist heute allgemein bekannt Den riesigen Umfang aber, den dieses Teilgebiet chemischer Forschung heute schon angenommen hat und sein rapides Wachstum begreift man erst bei der Lektüre dieses grundlegenden Werkes. Allein die Nachträge und Ergänzungen, die notwendig waren, um die Zeitspanne zwischen der französischen Ausgabe und der deutschen Bearbeitung auszufüllen, nehmen bei nur stichwortartiger Darstellung der wichtigsten Arbeiten einen Raum von 140 Seiten gegen 300 Seiten des Hauptwerkes ein. Dieser Zerfall des Inhaltes in zwei voneinander getrennte Teile ist ein Mangel des Buches. Durch ein sehr umfangreiches und sorgfältig bearbeitetes Register haben aber die deutschen Bearbeiter versucht, diesen Nachteil weniger fühlbar werden zu lassen. Für ein Autorenverzeichnis wären aber sicher viele Leser auch noch dankbar gewesen.

Der Hauptteil des Buches behandelt in einem einleitenden Kapital das Wesen der Katalyse und die wichtigsten Katalysatoren. Die organisierten Katalysatoren — die Fermente — werden nicht berücksichtigt. Nach der ursprünglichen Auffassung eines Katalysators als eines Stoffes, der an der Reaktion selbst nicht beteiligt ist, müßte die Wirksamkeit eines Katalysators eigentlich unendlich lange vorhalten. Sie würde es wahrscheinlich auch, wenn nicht Spuren von Katalysatorgiften in den Reaktionsraum hineingelangten, oder bei der Reaktion selbst Stoffe entstehen, welche die wirksame Oberfläche des Katalysators ungünstig verändern. Der Versuch, eine allgemeingültige Theorie der Katalysatoren aufzustellen, stößt bei der großen Mannigfaltigkeit der katalytischen Vorgänge naturgemäß auf große Schwierigkeiten. Nach Berzelius, dem ersten, der katalytische Erscheinungen beobachtet hat, beruht die „katalytische Kraft" auf der „Polarität der Atome und der Erregung von elektrischen Gegenwirkungen". Nach ihm sahen viele Forscher den Grund für die Wirksamkeit vieler Katalysatoren in deren Porosität. Tatsache ist, daß Stoffe, deren Oberfläche im Verhältnis zu ihrer Masse sehr groß ist, Gase mit großer Energie absorbieren. Die dabei beobachteten großen Wärmemengen und die aus den eintretenden Volumenverminderungen errechenbaren gewaltigen Drucke sollten die Ursache für die durch diese Stoffe ausgelösten katalytischen Wirkungen sein. Aber diese rein physikalische Deutung der Katalyse vermag die oft so fein abgestufte spezifische Wirkung eines Katalysators sowie andererseits die häufig beobachtete Mannigfaltigkeit der Wirkungen eines und desselben Katalysators nicht zu erklären. Daher versucht Sabatier eine chemische Theorie der Katalyse zu begründen. An den Beispielen der reziproken Katalyse, der Autoxydation und der echten Oxydationskatalyse wird der Mechanismus der Katalysatoren in dem Auftreten einer zeitweilig instabilen Verbindung aufgedeckt. Bildung und Zerfall vorübergehend auftretender Verbindungen des Katalysators sind die Ursache für einen stufenweisen Ablauf der chemischen Reaktion, und dieser stufenweise Abfall vollzieht sich eben leichter als der unmittelbare direkte. Zahlreiche Fälle werden angeführt, in denen die Isolierung solcher Zwischenverbindungen geglückt ist. Aus der reichen Fülle vom Inhalt des nun folgenden speziellen Teiles können hier nur die wichtigsten Kapitel hervorgehoben werden. Zunächst können durch Katalysatoren Moleküländerungen ohne Veränderung der Zusammensetzung bewirkt werden: Isomerisationen, Polymerisationen usw. gehören hierher. Auch Fälle von Depolymerisation sind bekannt. Oxydationen, sowie Einlagerungen von Halogen, Schwefel usw. schließen sich an. Den größten Raum nehmen jedoch die Kapitel Wasserstoffanlagerung (bzw. Abspaltung) und Wasserabspaltung ein. Die Hydrierung flüchtiger organischer Verbindungen mit fein verteiltem Metall (meist Nickel) als Katalysator ist ja das Spezialgebiet des Verfassers; nach den Methoden von Paal, Ipatiew u. a. werden Flüssigkeiten katalytisch hydriert. Außerordentlich groß ist die Zahl der organischen Reaktionen, die unter Wasserabspaltung verlaufen. Ein letztes Kapitel widmet sich der Spaltung und Kondensation von Kohlenwasserstoffen. Auch diese als Crack-Prozesse schon lange von der Industrie durchgeführten Prozesse können katalytisch beeinflußt werden. Herabsetzung der Reaktionstemperatur und damit verknüpft die Erhaltung leicht zersetzlicher Spaltprodukte sind die greifbaren Vorteile. Ein Sonderstudium verlangt der Anhang, der die nach 1924 erschienene Literatur und die Patente enthält. In ihm finden wir die Probleme erwähnt, die gegenwärtig im Mittelpunkt des Interesses stehen, die Synthese des Methylalkohols, petroleumähnlicher Stoffe bzw. Motorenbetriebsstoffe aus Kohlenoxyd oder Kohle selbst.

Große Kreul.

Eiweißkörper und Kolloide. Zwei Vorträge für Biologen und Chemiker von Professor Dr. Wolfgang Pauli. Mit 20 Abbildungen im Text IV, 32 Seiten. Wien 1926, Verlag von Julius Springer. RM 2.40.

Im ersten Vortrag über die Eiweißkörper als Kolloide wird dargetan, daß die Kolloid- und Proteinreaktionen auf elektrostatische Wechselwirkungen zurückführbar sind; dabei spielt aber der Zusammenhang der chemischen Konfiguration mit der räumlichen Anordnung und Intensität der elektrischen Felder eine wesentliche Rolle. Die Biochemie ist auf dem Wege, die elektrische Feinstruktur der lebenden Zelle immer deutlicher zu enthüllen. — Der zweite Vortrag über den Aufbau der Kolloide kommt zu dem Ergebnis, daß die Kolloidreaktionen stärker, als man bisher annahm, auf der Verknüpfung von chemischer Konfiguration und elektrostatischer Wechselwirkung beruhen. — Die Schrift ist sehr lesenswert, weil sie einen Einblick gewährt in die Fortschritte, die die Kolloidforschung auf dem Gebiet der Biochemie gemacht hat. *Dm.*

Einführung in die Metallographie. Von Prof. Dr. Ing. Paul Goerens. Fünfte Auflage. 372 Seiten mit 447 Abbildungen im Text und 4 Metallschliff-Aufnahmen in natürlichen Farben. Halle a. S. 1926, Verlag von Wilhelm Knapp. Preis geb. RM 18.50.

Die besondere Bedeutung der Metallographie von Goerens besteht darin, daß sie, der großen praktischen Erfahrung des Verfassers entsprechend, die Anwendungen der metallographischen Arbeitsmethoden und Hilfsmittel auf die Gebrauchslegierungen, insbesondere auf die Eisenkohlenstofflegierungen, betont. Schon der 145 Seiten umfassende theoretische Teil zeichnet sich durch große Klarheit und Anschaulichkeit aus, weil immer auf praktische Beispiele Bezug genommen wird; es sei nur auf die geschickte Einführung in das Zustandsdiagramm eines Zweistoffsystems und auf die Beispiele zur Phasenregel hingewiesen. Die Gefügebestandteile der Legierungen Kupfer-Zinn, Kupfer-Zink und Eisenkohlenstoff werden in diesem theoretischen Teil eingehend beschrieben.

Der zweite, praktische Teil ist der Beschreibung der Öfen, Galvanometer, Schleif-, Polier- und Ätzmittel und -methoden, Mikroskope und photographischen Arbeitsmethoden gewidmet. Der dritte und letzte Teil behandelt die Metallographie der technischen Eisensorten und führt uns an einer Fülle von praktischen Untersuchungsergebnissen die große Bedeutung vor Augen, welche die Metallographie für die Herstellung und Prüfung der so außerordentlich verschiedenen und zahlreichen Eisenlegierungen gewonnen hat. Die große Zahl der guten Abbildungen in diesem letzten Abschnitt wie in allen übrigen Teilen des Werkes trägt sehr zum leichteren Verständnis des Textes bei. *Dm.*

Metallographie. Von E. Heyn und O. Bauer. 1. Die Technik und die Metallographie der einheitlichen Stoffe. 2. Die Metallographie der zusammengesetzten Stoffe, insbesondere Eisen und Kohlenstoff. Dritte neubearbeitete Auflage. (Sammlung Göschen Nr. 432 und 433). Berlin und Leipzig 1926, Walter de Gruyter & Co. Preis pro Bändchen RM 1.25.

Die beiden Bändchen der Sammlung Göschen über Metallographie führen an der Hand ausgezeichneter Abbildungen sehr anschaulich in die Arbeitsmethoden und in die Theorie der Legierungen ein. *Dm.*

Lehrbuch der chemischen Technologie. Von H. Ost. 15. Auflage mit 330 Abbildungen im Text und 11 Tafeln. 828 Seiten. Leipzig 1926, Dr. Max Jänecke, Verlagsbuchhandlung. Preis gebunden RM 16.80.

Ein unbestrittener großer Vorzug des Ostschen Lehrbuches besteht darin, daß es seinen handlichen Umfang in den neuen Auflagen beibehalten hat, obwohl es alle wesentlichen Neuerungen in der chemischen Industrie berücksichtigt. In der vorliegenden 15. Auflage sind u. a. die synthetische Essigsäure aus Calciumkarbid, die Methanolsynthese aus Wassergas, die Wettersprengstoffe u. a. neu aufgenommen, und eine Anzahl veralteter Abbildungen durch neue ersetzt worden. Die Zahlenangaben und graphischen Darstellungen der wichtigsten Industriestoffe sind bis zum Jahre 1924 vervollständigt. Da diese Zahlen gerade für die Beurteilung volkswirtschaftlicher Entwicklungen von besonderem Interesse sind, und da sie meistens mühsam zusammengesucht werden müssen, würde der Verfasser sich ein Verdienst erwerben, wenn er sie in künftigen Neuauflagen noch stärker berücksichtigen und tunlichst bis zum Zeitpunkt der Drucklegung des Buches mitteilen könnte.

Für die höheren Schulen ist der „Ost“ die vollständigste und dabei preiswerteste chemische Technologie, die in der chemischen Handbücherei nicht entbehrt werden kann. *Dm.*

Einführung in die Chemie und Technologie der Brennstoffe. Von Ernst Börnstein. Zum Gebrauch für Studierende an Technischen Hochschulen, Technischen Lehranstalten, Bergschulen und zum Selbstunterricht. 152 Seiten. Halle a. S. 1926, Verlag von Wilhelm Knapp. Preis geb. RM 7.80.

Nach einer Einführung in das Wesen der Verbrennung und in die einfachsten Untersuchungsmethoden der Brennstoffe (Wassergehalt, spez. Gewicht, Heizwert usw.) werden die gebräuchlichsten Brennstoffe, nämlich Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle, die gasförmigen Brennstoffe u. a. einzeln beschrieben. Zusammensetzung, Entstehung, Gewinnung und Verwendung der Haupt- und Nebenprodukte finden eingehende Berücksichtigung. Die trockene Destillation des Holzes, des Torfs und der verschiedenen Kohlen nimmt neben der Gewinnung

der technischen Heizgase den Hauptraum ein. Daneben aber finden alle mit der Brennstoffchemie und -technik zusammenhängenden Fragen Berücksichtigung, z. B. die Leuchtgasfabrikation, die Teerdestillation, die Öl- und Kohlenstaubfeuerung, die Extraktion der Braunkohle und die Kohlenverflüssigung nach dem Bergiusverfahren. Zahlreiche gute Abbildungen und Zahlenangaben erhöhen die Anschaulichkeit der sehr klaren und flüssigen Darstellung. — Die kleine Schrift ist auf allen genannten Gebieten ein ausgezeichnter Führer, der den Lehrern an höheren Schulen das Nachschlagen in größeren Handbüchern ersparen kann. *Dm.*

Chemische Technologie der Brennstoffe. Von W. Knauth. 62 S., 38 Abb. Leipzig 1926, Verlag von Oskar Leiner. Preis brosch. RM 1.80.

Ein Leitfaden für den Unterricht in der Technologie, der für technische Lehranstalten und Selbstunterricht bestimmt ist. In anschaulicher Darstellungsweise behandelt der Verfasser in einer Einleitung die grundlegenden Begriffe der Lehre von den Verbrennungsvorgängen, der Temperatur- und Wärmemessung. In dem zweiten Teil werden die natürlichen Brennstoffe — unter ihnen namentlich die Kohlen — nach Entstehung und Eigenschaften abgehandelt, während ein dritter Abschnitt von den künstlichen Brennstoffen handelt. Darunter versteht der Verfasser in erster Linie die durch Entgasung oder Vergasung natürlicher Brennstoffe erhaltenen Produkte. Einfache Versuche, Übungsaufgaben, Schemata der Aufarbeitungsmethoden und eine Reihe guter Abbildungen dienen zur Erläuterung des Inhaltes. *Große Kreul.*

Technologie der Fette und Öle. Von Karl Löffl. Braunschweig 1926, Druck und Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn A. G. 510 S. mit 283 Abb. Preis geb. RM 38.—.

Das Werk beschreibt die technischen Verfahren und Hilfsmittel, die zur Gewinnung der Fette und Öle in der Praxis zur Anwendung kommen. Der Verfasser verzichtet absichtlich auf eine Darstellung der Chemie, Biologie und Analyse der Fette, weil er die Auffassung vertritt, daß diese Dinge in den bekannten Handbüchern dargestellt und nicht veraltet sind, während die Hilfsmittel der Technik unter dem Antriebe der Konkurrenz des In- und Auslandes einem raschen Wechsel unterliegen. Der Verfasser legt daher Wert darauf, die Fortschritte in den letzten 20 Jahren eingehender zu schildern und moderne Anlagen und die damit erzeugten Produkte zu beschreiben.

Nach einer Zusammenstellung und Besprechung der Patentschriften, die sich mit der synthetischen Gewinnung von Glyzerin, von Fettsäuren und Fetten befassen, und von denen so gut wie keine eine technische Bedeutung gewonnen hat, geht er zur Gewinnung und Reinigung der Fette über. Lagerung, Reinigung, Zerkleinerung, Pressen, Extrahieren, Ausschmelzen, Raffinieren, Filtrieren und Bleichen der pflanzlichen und tierischen Fette werden dann, mit besonderer Berücksichtigung der maschinellen Hilfsmittel und durch zahlreiche gute Abbildungen unterstützt, eingehend dargestellt. Im folgenden Abschnitt werden die einzelnen wichtigeren Fette und Öle nach ihrer Herkunft, Gewinnung und Verwendung behandelt. Für den Lehrer der höheren Schule sind von größerem Interesse die Abschnitte über Butter und Margarine, die Fetthärtung mit ihrer Apparatur, die verschiedenen Methoden der Fettspaltung und die Gewinnung und Reinigung der Spaltungsprodukte, nämlich der Fettsäuren und des Glyzerins. *Dm.*

Die chemischen Pflanzenschutzmittel. Von Ernst Vogt. Mit einer Einleitung von Prof. O. Appel. 134 S. mit 12 Abb. (Sammlung Göschen Nr. 923). Berlin und Leipzig 1926, Walter de Gruyter & Co.

Das kleine Werk, das der Landmann und der Gartenbesitzer gern benutzen werden, gibt eine Übersicht über die gebräuchlichen Pflanzenschutzmittel, ihre Eigenschaften und ihre Anwendung. Auch der Lehrer wird das Buch gelegentlich verwenden können, denn er hat die Pflicht, an geeigneten Stellen des biologischen Unterrichts auf die vielfach unterschätzten Verluste hinzuweisen, die Land- und Forstwirtschaft alljährlich durch Pflanzenschädlinge erleiden. *Franck.*

Chemische Technologie der Nahrungs- und Genußmittel. Von Robert Strohecker. Mit einem Vorwort von J. Tillmans. 252 Seiten mit 86 Figuren im Text. (Chemische Technologie in Einzeldarst. Herausgegeben von A. Binz). Leipzig 1926, Otto Spamer. Preis geh. RM 22.—, geb. RM 26.—

Die gebräuchlichen Lehrbücher der chemischen Technologie vernachlässigen diejenigen Zweige der Nahrungs- und Genußmittelindustrie, die nicht zu dem Gebiete der eigentlichen chemischen Technik gehören, z. B. vermißt man gewöhnlich Angaben über die Verarbeitung der Milch und des Fleisches, über die Herstellung des Mehls und der Backwaren. Das von Strohecker mit didaktischem Geschick verfaßte Buch, das eine ausführliche, aber nicht zu breite Darstellung der Technologie aller wichtigen Nahrungsmittel enthält, wird deshalb denjenigen Schulen, welche geeignete Ausschnitte aus der Nahrungsmittelchemie in ihren Lehrplan aufgenommen haben, als ein brauchbares Handbuch willkommen sein. *Franck.*

Chemische Technologie der Leichtmetalle und ihrer Legierungen. Von Friedrich Regelsberger. 385 Seiten mit 15 Abbildungen und einer Bildnistafel. (Chemische Technologie in Einzeldarstellungen. Herausgegeben von A. Binz). Leipzig 1926, Otto Spamer, Preis geh. RM 26.—, geb. RM 29.—.

Der Inhalt des Buches ist eine auf umfangreiche Literaturstudien gegründete Zusammen-

stellung der Eigenschaften der Leichtmetalle und ihrer Herstellungsmethoden. Sie zeichnet nicht nur die erfolgreichen Gedanken auf, sondern auch diejenigen, welche sich in der Praxis nicht bewährt haben, und wird dadurch auf ihrem Teilgebiet zu einer wohl fast lückenlosen Geschichte technischer Forschung. *Franck.*

Die Holzverkohlung und ihre Erzeugnisse. Von Günther Bugge. 140 Seiten mit 40 Abbildungen. (Sammlung Göschen Nr. 914.) Berlin u. Leipzig 1925, Walter de Gruyter & Co.

Der Verfasser gibt auf dem engen Raum eines Göschenbändchens eine inhaltreiche Schilderung der modernen Holzverkohlungsindustrie. *Franck.*

Aluminium, seine Eigenschaften und seine Bearbeitung in Industrie und Handwerk. Von Richard Erdmann. 103 Seiten, 13 Abbildungen. Leipzig 1926, Verlag Max Jänecke. Preis RM 3.85.

Das Büchlein erscheint als Heft 342 der Bibliothek der gesamten Technik. Daraus und aus dem Untertitel geht hervor, an welchen Leserkreis es sich in erster Linie wendet. Ausgehend von der Tatsache, daß das Aluminium heute schon ein sehr wichtiger Werkstoff ist, seine Anwendungsmöglichkeiten aber noch lange nicht erschöpft sind, stellt sich Verfasser die Aufgabe, weitere Kreise mit den Eigenschaften dieses Metalles bekannt zu machen. Zunächst werden Vorkommen und Gewinnung des Reinaluminiums geschildert. Da aber in mechanischer Beziehung die Legierungen gegenüber dem reinen Metall vorteilhafter sind, wird dieses wichtige Kapitel eingehender behandelt. Wir erfahren, daß für technisch brauchbare Legierungen nur wenige Elemente in Frage kommen, meist Kupfer und Zink; daß aber auch neuere Legierungen (Duralumin, Silumin) bekannt geworden sind, die ähnlich wie Stahl durch thermische Behandlung veredelt werden können.

Aluminium und seine Legierungen erfordern in vieler Hinsicht eine andere Behandlung bei der Verarbeitung als die bekannten Werkmetalle; seine große Lösungstension sowie das starke Oxydationsbestreben verlangen besondere Maßnahmen (z. B. beim Löten oder Überziehen des Aluminiums mit einem anderen Metall). Andererseits aber bietet darum ein Aluminiumüberzug gerade wieder einen wirksamen Schutz für gewisse Metalle. Ein ausführliches Verzeichnis der Anwendungsgebiete des Aluminiums bildet den Schluß des recht ansprechenden und auch sauber gedruckten Buches. *Große Kreul.*

Die seltenen Erden vom Standpunkte des Atombaues. Von Dr. G. v. Hevesy, o. Prof. an der Universität Freiburg i. Br. (Struktur der Materie, Bd. V.) Berlin 1927, Julius Springer. VIII u. 104 Seiten. RM 9.—, gebunden RM 10.20.

Dies Niels Bohr gewidmete Buch behandelt in meisterhafter Weise das schwierigste Kapitel der anorganischen Chemie, das auf den Schulen wohl selten angeschnitten wird, bei dem aber wie bei kaum einem anderen die moderne Atomtheorie Triumphe gefeiert hat. Niels Bohr konnte auf Grund seiner Spekulationen über die Anordnung der Elektronen in den Atomen die Behauptung aufstellen, daß das fehlende Element mit der Ordnungszahl 72 nicht, wie Urbain vielleicht noch jetzt glaubt, zu den seltenen Erden gehört, sondern ein homologes des Zirkons ist. Auf Grund ähnlicher Überlegungen hat man jetzt auch den letzten Vertreter der Klasse entdeckt. Die anscheinend unregelmäßig wechselnden Eigenschaften der seltenen Erden, die Ausnahmestellung des Ceriums konnten plausibel erklärt werden.

Das Buch enthält eine Fülle von Material. Den Lehrer wird der erste Teil (die seltenen Erden und die Atomtheorie) und die elegante Darstellung der modernen geochemischen Theorien von V. M. Goldschmidt am meisten interessieren. Als glänzende Darstellung der modernen Theorien und ihrer Fruchtbarkeit bei der Lösung der schwersten Probleme sei das Buch auf das wärmste empfohlen. *W. A. Roth*-Braunschweig.

Das Element Hafnium. Von Georg v. Hevesy. Mit 23 Abbildungen. IV u. 49 Seiten. Berlin 1927, Julius Springer. Preis geh. RM 3.60.

Die von berufenster Seite, dem Entdecker des neuen Elementes, verfaßte Monographie enthält eine Zusammenfassung dessen, was man gegenwärtig von diesem Element weiß. Die nach bekannnten Analogien aufgetauchte Frage nach einem Doppelgänger des Zirkoniums fand ihre Lösung in der Auffindung des Elementes Nr. 72, das den Namen Hafnium erhielt. Es ist dem Zirkonium außerordentlich ähnlich. Man kennt vorläufig noch keine charakteristische Farben- oder Fällungsreaktion, die das Zirkonium nicht auch gäbe. Zur Trennung der beiden Elemente mußten daher besondere Methoden erdacht werden, von denen namentlich fraktionierte Kristallisationen sowie Fällungen beschrieben werden. Als ständiger Begleiter des Zirkoniums, das nach Clarke 0,03%, nach Goldschmidt 0,003% der Erdkruste ausmacht, steht das Hafnium hinsichtlich der Häufigkeit seines Vorkommens auf gleicher Stufe mit Li, Cu, Co usw., denn der durchschnittliche Hafniumgehalt der Zirkonmineralien beträgt etwa 3%. Eine Reihe von Diagrammen stellen die Eigenschaften des Elementes und seiner Verbindungen dar, Photographien und Tabellen zeigen den außerordentlichen Linienreichtum der Röntgen- und namentlich des optischen Spektrums.

Zum Schluß gibt der Verfasser eine Erklärung der großen Ähnlichkeit zwischen Hafnium und Zirkonium auf Grund atomtheoretischer Erwägungen. *Große Kreul.*

Das Wasserglas, seine Eigenschaften, Fabrikation und Verwendung. (Heft 79 der „Sammlung Vieweg".) Von Dr.-Ing. Hermann Mayer. Braunschweig 1925, F. Vieweg & Sohn. 50 Seiten.

Wenn ein so lange bekanntes technisches Erzeugnis in der Sammlung Vieweg behandelt

wird, die den Tagesfragen aus Naturwissenschaft und Technik gewidmet ist, so liegt der Grund dafür in der ungemein vielseitigen Verwendung des Wasserglases, die immer weiter ausgedehnt wird. Seine Eigenschaften, auf denen die mannigfache Verwendbarkeit beruht, beanspruchen auch für sich mehr wissenschaftliche Beachtung, als sie bisher gefunden haben.

Nach einleitenden Ausführungen über den Begriff des Wasserglases und die Geschichte seiner Entdeckung und seines Gebrauchs werden seine Zusammensetzung und seine analytische Untersuchung behandelt. Die Eigenschaften der festen, hydratisierten und flüssigen Wassergläser, die Fabrikation der Schmelzen und die Herstellung der Wasserglaslösungen aus ihnen werden klar und begrifflich scharf auseinandergesetzt.

Einen besonders großen Leserkreis dürfte die Verwendung des Wasserglases angehen. Von vielen Arten seines Gebrauchs hat selbst der Gebildete keine Ahnung. Waschmittelindustrie, Papier- und Textilindustrie verwenden Wasserglas in größten Mengen. Baugewerbe und Malereigewerbe haben starke Förderung durch das Wasserglas erfahren. Die erstaunlich vielen anderen Verwendungen können hier nicht einmal angedeutet werden. Klar und knapp finden wir das umfangreiche Material in dem kleinen Buch behandelt.

Viele Literaturangaben erleichtern eingehendes Studium. — Chemisch und technisch Interessierte werden aus Mayers Schrift reiche Belehrung empfangen. *Dr. Kolasius.*

Optisches Glas. Von Dr. F. Berger, (Schriftenreihe der „Optischen Rundschau", Heft 2.) Schweidnitz (Schlesien), 1926, Verlag Berthold Köhn & Co, 45 Seiten.

Ein bekannter Fachmann (Berger ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Jenaer Glaswerk Schott & Gen.) gibt eine eindrucksvolle, geradezu fesselnde Darstellung des Wissenswertesten vom optischen Glase. Die physikalischen Forderungen, die an ein solches Glas zu stellen sind, seine Herstellung mit ihren großen Schwierigkeiten, seine Prüfung und seine Anwendungen werden in klarster Weise, aber ohne Überladung mit unnötigen Einzelheiten auseinandergesetzt. Sehr glücklich ist die Durchführung eines Einzelfalls der Glasbereitung, dessen Gang man geradezu erlebt. Physikalische und technische Erläuterungen sind leicht faßlich, mit meisterhafter Anschaulichkeit entwickelt. Die 28 Textfiguren (schematische Zeichnungen, Schaubilder und Photogramme) stehen in ihrer Klarheit dem Text würdig zur Seite. Die ungemein lehrreiche Schrift kann allen auf das wärmste empfohlen werden, die über den reizvollen Gegenstand fachmännische Auskunft wünschen. *Dr. Kolasius.*

Vom Sandkorn zum Kristallgefäß. Von C. J. Stahl. (Technische Bücher für alle.) Stuttgart 1926. Dieck & Co. (Franckhs Techn. Verlag). 16. Aufl. 76 Seiten.

„Wie stände es um unsere Kultur und um unser Wohlbefinden, wenn wir kein Glas hätten!" Von den Werkstoffen der Gegenwart hat das Glas wohl die mannigfachste Verwendbarkeit. Über die Technik der Glasbereitung, die Weiterverarbeitung des Glases und die Bedeutung der sehr verschiedenen Glasarten gibt das kleine Buch leicht verständliche, auf Sachkenntnis beruhende Auskunft. Etwas dürftig ist der Abschnitt über optisches Glas ausgefallen. Die geschichtlichen Ausführungen und die kurzen Angaben über die wirtschaftliche Bedeutung der deutschen Glasindustrie dürften vielen Lesern willkommen sein. Zahlreiche Abbildungen unterstützen den Text; einzelne Wiedergaben von Photogrammen sind leider etwas unklar geraten. Diese Mängel und einzelne kleine Fehler des Textes treten aber zurück gegen die vielseitige Belehrung, die das Buch einem großen Leserkreise geben kann.

Dr. Kolasius.

Warenkunde und Industrielehre. Von Ernst Rüst. Zum Gebruch an höheren Lehranstalten und zur Selbsteinführung in die wichtigsten Industrien und ihre Erzeugnisse. 387 Seiten, 439 Abbildungen im Text und 63 Abb. auf Tafeln. Zürich und Leipzig 1926, Verlag Rascher u. Cie. A.-G. Preis geb. RM 17.60.

Nicht nur Kenntnis einer Ware, sondern Verständnis zu fördern, ist die Aufgabe, die der Verfasser sich gestellt hat. Da die Eigenschaften einer Ware z. T. von ihrer Bearbeitung abhängig sind, andererseits sich aber auch wieder die an einer Ware möglichen Bearbeitungsverfahren nach deren Eigenschaften richten, erweitert sich die Warenkunde zur Industrielehre Aus dem großen Gebiet hat der Verfasser als Niederschlag einer langen Unterrichtserfahrung an Schweizer höheren Handelsschulen eine Auswahl getroffen, die alles ausscheidet, was nur im Anschluß an einen eigentlichen Chemieunterricht behandelt werden kann, also Waren, an deren Verarbeitung rein chemische Verfahren den Hauptanteil haben. Besondere Rücksicht ist in Stoffauswahl und statistischen Angaben auf die Verhältnisse in der Schweiz genommen. Der erste Teil bringt unter dem Titel „Werkstoffe" außer den Gebrauchsmetallen noch die Tonwaren, sowie als organische Werkstoffe Holz, Leder und Kautschuk. Eine große Zahl von guten, klaren Abbildungen und schematischen Zeichnungen erläutert die Arbeitsmethoden. Getreideerzeugnisse, Molkereiprodukte, Öle und Fette werden im zweiten Teil behandelt. Recht ausführlich bringt dann der dritte Abschnitt die Faserstoffe, namentlich Seide und Baumwolle, und deren Verarbeitung in Weberei und Wirkerei. Ein Anhang von 20 Tafeln mit vorzüglichen photographischen Aufnahmen aus Werkanlagen bildet den Beschluß. Das Buch ist in erster Linie für Handelsschulen geeignet, kann aber auch den Lehrern an unseren Schulen als ein gutes Nachschlagewerk empfohlen werden. Eine chemische Technologie kann und will es auch aus den oben angeführten Gründen nicht ersetzen. *Große Kreul.*

Chemiker-Kalender 1928. Begründet von Dr. R. BIEDERMANN, fortgesetzt von Dr. W. A. ROTH, herausgegeben von Prof. Dr. J. KOPPEL. 49. Jahrgang. 3 Bände, VI, 60 und III, 696 und IV, 535 Seiten. Berlin 1928, Julius Springer. Gebunden RM 18.—.

Der bewährte Chemikerkalender weist wieder Verbesserungen und auch tiefgreifende Umgestaltungen auf, die teils durch den raschen Fortschritt der Wissenschaft, teils durch das Bestreben, ihn übersichtlicher zu gestalten, veranlaßt sind. Die indirekte Analyse ist in neuer Form in den ersten Band genommen. Die Tabellen sind kritisch durchgearbeitet. Der analytische Teil ist bis auf die Maßanalyse, deren Umarbeitung noch nicht möglich war, neubearbeitet, ebenso physiologische Chemie und Lösungsmittel. Im dritten Band fehlt diesmal der „Aufbau der Materie", er wird im nächsten Jahr in neuer Form erscheinen. „Aufbau der Kristalle" ist erweitert, ebenso „chemisches Gleichgewicht". Die Tabelle der Mineralien hat raumsparende, übersichtliche Anordnung bekommen. Optik, Radioaktivität sind ergänzt, Kolloidchemie umgearbeitet. Ein Überblick „Die chemische Industrie nach dem Kriege" gibt wertvolle wirtschaftliche und statistische Nachweise.

Sehr zu verstehen ist bei der Mühe und Sorgfalt, die der Herausgeber und seine Mitarbeiter angewandt haben, seine Klage: „Leider ist die so wichtige Anteilnahme der Benutzer des Kalenders nicht so rege, daß die erneute Bitte an alle Fachgenossen um lebhafte Mitwirkung bei dem Ausbau des Kalenders überflüssig wäre". Der Herausgeber erleichtert diese Mitarbeit durch Fußnoten, in denen er um Mitteilung guter Rezepte für bestimmte Dinge bittet. *W. Vn.*

Korrespondenz.

Druckfehlerberichtigungen. In dem Bericht „Ein einfacher Schwingungsprüfer" von M. SENDE und A. DÖGE auf S. 99 des laufenden Jahrgangs ist die Fig. 8a um 180° zu drehen. Der Wellenzug beginnt mit den großen Amplituden, wie in Fig. 8b.

In der kleinen Mitteilung „Die melodische Elektronenröhre" von D. MAZZOTTO auf S. 138 des laufenden Jahrgangs sind Zeile 9/10 von oben die Worte „der zu dem Stecker führt" zu ändern in: „der zu der Anode *P* führt".

Bemerkung zu der Kleinen Mitteilung: HORST BRÜCKNER, Die hydrolytische Spaltung des Kochsalzes als Versuch, **41**, 92; 1928. Die Versuche sind bereits 1907 in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft 40. 1482 von F. EMICH beschrieben, und unsere Zeitschrift hat darüber 1908 berichtet (**21**, 120). Es ist übersehen worden, in einer Fußnote zum Kopf der Mitteilung die Literatur anzugeben.

Herbstferienlehrgang 1928 der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Berlin vom 2. bis 13. Oktober.

I. Vorlesungen.

1. Prof. Dr. KÜHN: Reizphysiologie. 4 Std. — 2. Prof. Dr. BASTIAN SCHMID: Tierpsychologie. 2 Std. — 3. Prof. Dr. FREUNDLICH: Kolloidchemie. 2 Std. — 4. Dr. BUSCHLINGER: Das Aluminium und seine Legierungen; Gewinnung, Verarbeitung und Verwendung. 2 Std. — 5. Prof. Dr. THIEM: Farbenphotographie. 1 Std. — 6. Dr. BECK: Neuerungen auf dem Gebiete der Photographie. 1 Std. — 7. Reg.-Baumeister Dr. EWALD: Vom Luftbild zur Karte. 2 Std.

II. Übungen.

1. Oberstudiendirektor Dr. PETZOLD: Kolloidchemie. 16 Std. — 2. Prof. Dr. BÖTTGER und Studienrat SPLETTSTÖSSER: Übungen in der organischen Chemie. 16 Std. — 3. Prof. Dr. JOHNSEN: Mineralogische Übungen. 16 Std. — 4. Studienrat Dr. CURIO: Die chemische und mikroskopische Untersuchung der wichtigsten Nahrungs- und Genußmittel und ihrer Verfälschungen. 16 Std. — 5. Prof. Dr. KRÜGER: Tierphysiologische Übungen. 16 Std. — 6. Prof. Dr. BASTIAN SCHMID: Tierphysiologische Übungen und Tierpsychologie. 16 Std. — 7. Prof. Dr. KOLKWITZ und Studienrat Dr. BETHGE: Übungen über Bau und Leben der Pflanzen. 16 Std. — 8. Prof. Dr. KNIEP: Pflanzenphysiologische Versuche mit einfachen Hilfsmitteln. 16 Std. — 9. Studienrat Dr. OTTO: Übungen für die Praxis des biologischen Unterrichts. 16 Std. — 10. Prof. Dr. HAUSER: Übungen an Mikroskopen und anderen optischen Instrumenten. 16 Std. — 11. Studienrat Dr. SCHEER: Übungen zum erdkundlichen Arbeitsunterricht. 16 Std. — 12. Prof. Dr. SCHNEIDER: Geologische Übungen. 16 Std. — 13. Prof. Dr. KÖNIG: Übungen über die wichtigsten Tatsachen der Klima- und Witterungskunde nebst ihrer Behandlung im Unterricht. 16 Std. — 14. Dipl.-Ing. BLECH: Die Luftfahrt im Unterricht (Flugmodellbau, Flugtechnik und Luftverkehr). 16 Std. — 15. Studienrat Dr. ZORN: Übungen in der mechanischen Werkstatt mit Anleitung zur Anfertigung einfacher Apparate. 16 Std. — 16. Dr. BECK: Einführung in die Photographie mit praktischen Übungen. 16 Std. — 17. Dr. BECK: Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Photographie. 16 Std. — 18. Prof. Dr. THIEM: Die Photographie im Dienste der Schule unter Berücksichtigung der Farbenphotographie. 16 Std.

III. Besichtigungen.

1. Besichtigung der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. — 2. Besichtigung des Kaiser Wilhelm-Instituts für Biologie. — 3. Besichtigung der Filmfabrik Wolfen bei Bitterfeld.

Himmelserscheinungen im September und Oktober 1928.

W. Z.: Welt-Zeit = Bürgerl. Zeit Greenwich. 0^h W. Z. = Mitternacht bürgerl. Zeit Greenwich. Stundenzählung von 0^h bis 24^h. M. E. Z. = Bürgerl. Zeit Stargard = W. Z. + 1^h.

W. Z. 0^h		September 2	7	12	17	22	27	Oktober 2	7	12	17	22	27	Nov. 1
☿	AR	$11^h\,39^m$	12.8	12.35	13.0	13.23	13.45	14.3	14.17	14.24	14.20	14.3	13.42	13.31
	D	$+3{,}0^0$	$-0{,}8$	$-4{,}4$	$-7{,}7$	$-10{,}8$	$-13{,}5$	$-15{,}7$	$-17{,}3$	$-17{,}9$	$-17{,}0$	$-14{,}4$	$-10{,}7$	$-8{,}0$
♀	AR	$11^h\,49^m$	12.11	12.33	12.56	13.19	13.41	14.5	14.28	14.52	15.17	15.42	16.7	16.33
	D	$+2{,}6^0$	$+0{,}0$	$-2{,}5$	$-5{,}1$	$-7{,}6$	$-10{,}1$	$-12{,}4$	$-14{,}7$	$-16{,}8$	$-18{,}7$	$-20{,}4$	$-21{,}9$	$-23{,}1$
☉	AR	$10^h\,43^m$	11.1	11.19	11.37	11.55	12.13	12.31	12.50	13.8	13.27	13.45	14.4	14.24
	D	$+8{,}1^0$	$+6{,}3$	$+4{,}4$	$+2{,}4$	$+0{,}5$	$-1{,}4$	$-3{,}4$	$-5{,}3$	$-7{,}2$	$-9{,}1$	$-10{,}9$	$-12{,}6$	$-14{,}3$
♂	AR	$4^h\,53^m$	5.5	5.16	5.28	5.38	5.48	5.58	6.7	6.15	6.22	6.28	6.33	6.37
	D	$+21{,}8^0$	$+22{,}2$	$+22{,}5$	$+22{,}8$	$+23{,}0$	$+23{,}2$	$+23{,}4$	$+23{,}5$	$+23{,}6$	$+23{,}7$	$+23{,}8$	$+24{,}0$	$+24{,}1$
♃	AR	$2^h\,34^m$		2.33		2.31		2.27		2.23		2.18		2.13
	D	$+13{,}6^0$		$+13{,}5$		$+13{,}3$		$+13{,}0$		$+12{,}6$		$+12{,}2$		$+11{,}8$
♄	AR	$16^h\,46^m$				16.49				16.55				17.3
	D	$-20{,}9^0$				$-21{,}1$				$-21{,}3$				$-21{,}5$

Δ = **Sternzeit für 0^h Welt-Zeit;** für östl. bzw. westl. Länge λ^0 v. Greenwich: $\mp\ \lambda \cdot 0.657^s$

Zeitgl. = Mittl. Z. − Wahre Z.

Δ	$22^h\,43^m\,34^s$	23. 3.17	23. 23.0	23. 42.43	0. 2.25	0. 22.8	0. 41.51	1. 1.34	1. 21.17	1. 40.59	2. 0.42	2. 20.25	2. 40.8
Zeitgl.	$-0^m\,12^s$	− 1.50	− 3.33	− 5.19	− 7.5	− 8.49	−10.28	−11.59	−13.20	−14.29	−15.23	−16.1	−16.20

Breite v. Berlin (52,5°). Länge v. Stargard. Aufgang u. Untergang d. ob. ☉-Randes. M. E. Z

☉ Aufg.	$5^h\,13^m$	5.21	5.30	5.38	5.47	5.55	6.3	6.12	6.21	6.30	6.39	6.48	6.57
☉ Unterg.	$18^h\,45^m$	18.34	18.22	18.10	17.58	17.46	17.35	17.23	17.11	17.0	16.50	16.39	16.29

Breite v. Berlin (52,5°). Länge v. Stargard. Aufgang u. Untergang d. ob. ☾-Randes. M. E. Z.

☾ Aufg.	$20^h\,3^m$	22.10	2.54	9.11	14.53	17.37	19.1	23.20	4.32	10.32	14.56	16.27	18.48
☾ Unterg.	$7^h\,47^m$	14.51	18.23	19.33	21.49	2.33	9.44	15.38	17.14	18.33	22.47	4.13	11.42

Mondphasen W. Z.	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
				Sept. 6. $22^h\,35{,}0^m$
	Sept. 14. $1^h\,20{,}7^m$	Sept. 22. $2^h\,57{,}7^m$	Sept. 29. $12^h\,42{,}5^m$	Okt. 6. $5^h\,5{,}8^m$
	Okt. 13. $15^h\,56{,}3^m$	Okt. 21. $21^h\,6{,}2^m$	Okt. 28. $22^h\,43{,}4^m$	Nov. 4. $14^h\,6{,}3^m$

Verfinsterungen der Jupitertrabanten I, II, III, IV. E: Eintritt, A: Austritt. W. Z.

I	II	III	IV
Sept. 4. $23^h\,46{,}2^m$ E	Sept. 5. $21^h\,0{,}2^m$ A	Sept. 2. $0^h\,1{,}2^m$ E	
„ 12. $1^h\,40{,}7^m$ E	„ 12. $21^h\,16{,}8^m$ E	„ 2. $2^h\,0{,}1^m$ A	
„ 13. $20^h\,9{,}2^m$ E	„ 19. $23^h\,51{,}4^m$ E	„ 30. $18^h\,2{,}4^m$ A	
„ 19. $3^h\,35{,}2^m$ E	„ 27. $2^h\,26{,}1^m$ E	Okt. 7. $20^h\,7{,}7^m$ E	
„ 20. $22^h\,3{,}8^m$ E	Okt. 7. $18^h\,18{,}2^m$ E	„ 7. $22^h\,3{,}0^m$ A	—
„ 27. $23^h\,58{,}4^m$ E	„ 14. $20^h\,53{,}1^m$ E	„ 15. $0^h\,9{,}1^m$ E	
„ 29. $18^h\,27{,}1^m$ E	„ 21. $23^h\,28{,}2^m$ E	„ 22. $4^h\,10{,}3^m$ E	
„ 29. $22^h\,46{,}1^m$ A	„ 29. $2^h\,3{,}5^m$ E		
„ 31. $17^h\,15{,}0^m$ A	„ 29. $4^h\,20{,}1^m$ A		

Tägliches **Erscheinen** und **Verschwinden** der **Planeten.** Breite v. Berlin. Länge v. Stargard.

M. E. Z.	☿	♀	♂	♃	♄
Sept. 2.	—	D_a $19{,}2^h$ U $19{,}4^h$	A $22{,}0^h$ D_m $4{,}3^h$	A $20{,}5^h$ D_m $4{,}2^h$	D_a $20{,}0^h$ U $22{,}1^h$
„ 12.	—	D_a $18{,}8^h$ U $19{,}0^h$	A $21{,}6^h$ D_m $4{,}6^h$	A $19{,}9^h$ D_m $4{,}5^h$	D_a $19{,}6^h$ U $21{,}5^h$
„ 22.	—	D_a $18{,}4^h$ U $18{,}6^h$	A $21{,}2^h$ D_m $4{,}9^h$	A $19{,}2^h$ D_m $4{,}8^h$	D_a $19{,}2^h$ U $20{,}9^h$
Okt. 2.	—	D_a $18{,}0^h$ U $18{,}3^h$	A $20{,}9^h$ D_m $5{,}2^h$	D_a $18{,}6^h$ D_m $5{,}1^h$	D_a $18{,}8^h$ U $20{,}2^h$
„ 12.	—	D_a $17{,}6^h$ U $18{,}1^h$	A $20{,}4^h$ D_m $5{,}5^h$	D_a $18{,}2^h$ D_m $5{,}4^h$	D_a $18{,}4^h$ U $19{,}6^h$
„ 22.	—	D_a $17{,}2^h$ U $17{,}9^h$	A $19{,}9^h$ D_m $5{,}8^h$	D_a $17{,}8^h$ D_m $5{,}7^h$	D_a $18{,}0^h$ U $19{,}0^h$
Nov. 1.	A $5{,}4^h$ D_m $6{,}2^h$	D_a $16{,}9^h$ U $17{,}7^h$	A $19{,}5^h$ D_m $6{,}0^h$	D_a $17{,}5^h$ D_m $5{,}9^h$	D_a $17{,}7^h$ U $18{,}4^h$

A = Aufgang; U = Untergang; D_a und D_m = Erscheinen bzw. Verschwinden in der Dämmerung.

W. Z. Mars in Konjunktion mit dem **Mond**, Sept. 7. 5^h **Merkur** in größter östl. Elongation 25°52′, Sept. 30. 4^h. **Herbstäquinoktikum:** Sept. 23. $7^h\,6^m$. *A. Weill.*

Für die Redaktion verantwortlich: Ministerialrat Professor Dr. K. Metzner, Berlin W. 8.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagsbuchhandlung gestattet.

Verlag von Julius Springer in Berlin W. — Druck der Univ.-Druckerei H. Stürtz A.G., Würzburg.